



GUÍA TÉCNICA

PARA LA OBTENCIÓN DE
SEMILLA DE VARIEDADES
DE POLINIZACIÓN LIBRE
E HÍBRIDOS DE MAÍZ, EN
CONDICIONES DE SELVA



PERÚ

Ministerio
de Desarrollo Agrario
y Riego



Instituto Nacional de Innovación Agraria



Siempre
con el pueblo



BICENTENARIO
DEL PERÚ
2021 - 2024



MINISTERIO DE DESARROLLO AGRARIO Y RIEGO
INSTITUTO NACIONAL DE INNOVACIÓN AGRARIA
DIRECCIÓN DE DESARROLLO TECNOLÓGICO AGRARIO

GUÍA TÉCNICA

**PARA LA OBTENCIÓN DE
SEMILLA DE VARIEDADES
DE POLINIZACIÓN LIBRE
E HÍBRIDOS DE MAÍZ, EN
CONDICIONES DE SELVA**

Guía técnica para la obtención de semilla de variedades de polinización libre e híbridos de maíz, en condiciones de selva

Ministro de Desarrollo Agrario y Riego

Andrés Rimsky Alencastre Calderón

Viceministro de Desarrollo de Agricultura Familiar e Infraestructura Agraria y Riego

Hugo Fernando Obando Concha

Viceministro de Políticas y Supervisión del Desarrollo Agrario

Juan Rodo Altamirano Quispe

Jefe del INIA

Jorge Juan Ganoza Roncal, M. Sc.

© Instituto Nacional de Innovación Agraria – INIA

Autores:

Percy Díaz Chuquizuta

Edison Hidalgo Meléndez

Melbin Mendoza Paredes

Teofilo Wladimir Jara Calvo

Colaboradores:

Jorge Torres Paredes

Marcos Tenazoa Grandez

Pedro Mendoza Paredes

Fotografía:

Miguel Antonio Gallegos Paz

Percy Díaz Chuquizuta

Editado por:

Instituto Nacional de Innovación Agraria – INIA

Equipo Técnico de Edición y Publicaciones

Av. La Molina 1981, Lima-Perú

Teléf. (511) 2402100 - 2402350

www.gob.pe/inia

Editor general:

Emely Elizabeth Lazo Torreblanca

Revisión de contenido:

Cristina Quintana Palacios

Diseño y diagramación:

Luis Enrique Calderon Paredes

Publicado:

Septiembre, 2022

Primera edición:

Septiembre, 2022

Tiraje:

1000 ejemplares

Impreso en:

Instituto Nacional de Innovación Agraria - INIA

RUC: 20131365994

Teléfono: (51 1) 240-2100 / 240-2350

Dirección: Av. La Molina 1981, Lima- Perú

Web: www.gob.pe/inia

ISBN:

978-9972-44-099-1

Hecho el Depósito Legal en la Biblioteca Nacional del Perú N° 2022 - 08814

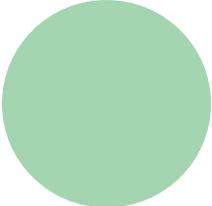
Prohibida la reproducción de este libro por cualquier medio, total o parcialmente, sin permiso expreso.

Tabla de contenido

Presentación	9
1. Introducción	11
2. Nociones previas	12
2.1 Semilla	14
2.2 Fenología	17
2.3 Polinización	24
3. Técnicas para el control de la polinización	28
3.1 Evitar la polinización cruzada	30
4. Mejoramiento genético	42
4.1 Generalidades	44
4.2 Métodos de mejoramiento genético	45
4.3 Técnica de formación, mantenimiento e incremento de semilla genética de líneas puras de maíz	48
5. Generación de variedades de polinización libre (VPL)	50
5.1 Variedades de polinización libre	52
5.2 Formación de variedades de polinización libre	52
5.3 Obtención de semilla de variedades de polinización libre	52



Tabla de contenido



6.	Generación de Híbridos de maíz	58
6.1.	Híbrido	60
6.2	Híbridos de maíz	65
6.3	Mantenimiento e incremento de las líneas endogámicas de los híbridos	65
6.4	Alta calidad de la proteína de los maíces (ACP)	66
7.	Cultivares generados en la EEA El Porvenir	72
7.1	Variedad Marginal 28 Tropical	74
7.2	Variedad INIA 602	75
7.3	Variedad INIA 610 - Nutrimaíz	76
7.4	Híbrido intervarietal INIA 608 - Porvenir	77
7.5	Híbrido trilineal INIA 624 - KILLU SUK	78
8.	Costos de producción de semillas de híbridos y de variedades de polinización libre	80
8.1	Semilla categoría básica	82
8.2	Semilla categoría registrada	83
8.3	Semilla categoría certificada	84
8.4	Parentales	85
8.5	Híbrido	86
9.	Referencias	87







PRESENTACIÓN

El maíz amarillo duro es considerado como uno de los cultivos más importantes en el Perú, el cual junto al arroz y el trigo, constituye uno de los principales alimentos cultivados en el mundo, tanto para humanos como para aves, cerdos, vacas, entre otros.

Es sembrado mayormente en la costa y la selva, siendo las provincias de Lambayeque, La Libertad, Áncash, Lima y San Martín los principales departamentos productores, los cuales, representan el 55% del área cultivada, siendo la zona de Lima (Cañete, Chancay – Huaral, Huacho, Barranca) la que ocupa el primer lugar en su participación con el 20 % de la producción total y La Libertad, con el 15 %.

En la región selva, la investigación está orientada a potenciar la producción del maíz amarillo y blanco. Gran parte de ésta se realiza a cargo del Programa Nacional (PN) de Maíz en la Estación Experimental Agraria El Porvenir, con especial énfasis en la conservación y mantenimiento de la identidad varietal de los cultivares liberados por el INIA, así como la obtención de variedades e híbridos a partir de germoplasma propio del PN de Maíz e introducido por el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) —entre ellos líneas avanzadas y puras que forman parte de los parentales de las nuevas variedades e híbridos.

En este sentido, los trabajos realizados han permitido generar, desarrollar y adaptar nuevas variedades e híbridos de maíz amarillo duro a condiciones climatológicas de la Amazonía Peruana, con endospermo normal (Marginal 28T), alta calidad proteica (INIA 610 - Nutrimaíz), alto rendimiento de grano (INIA 608 - Allimasara, INIA 624 - Killu Suk) y estabilidad productiva en suelos de ladera y suelos ácidos (INIA 602).

El Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego (MIDAGRI) a través del Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA), pone a disposición de los productores, técnicos, profesionales e investigadores la **“Guía técnica para la obtención de semilla de variedades de polinización libre e híbridos de maíz, en condiciones de selva”**; la cual proporciona información relevante sobre métodos y procedimientos para la producción de semilla de maíz híbrido y de variedades de polinización libre.

Jorge Juan Ganoza Roncal, M. Sc.
Jefe del INIA



1. INTRODUCCIÓN

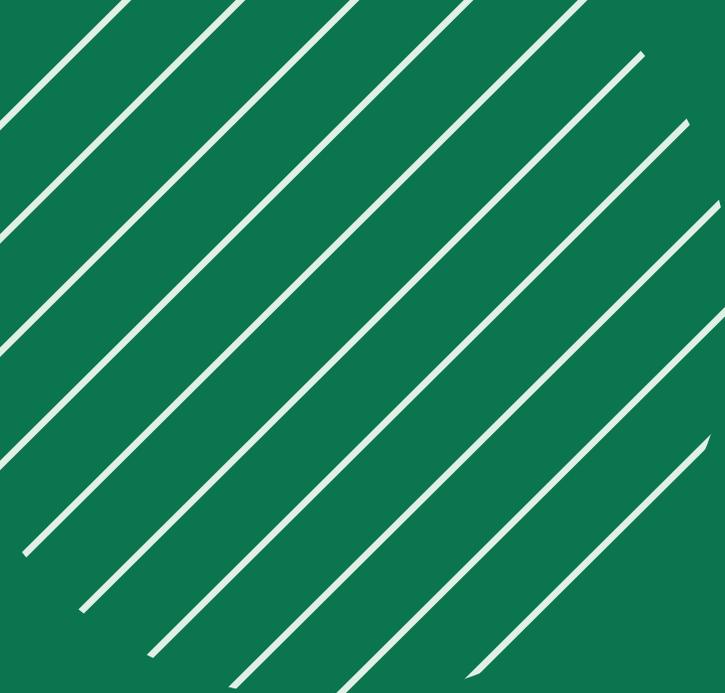
La semilla de maíz híbrido proporciona a los agricultores variedades que poseen características genéticas mejoradas, como el alto potencial de rendimiento y combinaciones de caracteres únicos para combatir enfermedades y condiciones adversas; sin embargo, la calidad de la semilla híbrida depende fundamentalmente de los métodos de producción que se utilicen y de la implementación de un manejo agronómico apropiado.

La producción de semilla de variedades de maíz de polinización libre es relativamente sencilla, mientras que la producción de semilla híbrida requiere que se apliquen prácticas de campo adicionales que son esenciales para lograr una buena producción, como el cruce de forma deliberada de una población de progenitores hembra con un progenitor macho en parcelas aisladas. Así, la identidad y la ubicación en el campo de las dos poblaciones progenitoras determinan el resultado de la producción desde su inicio.

Cada variedad híbrida consiste en una combinación específica de una progenitora hembra (que produce la semilla) y un progenitor macho (que produce el polen). El manejo en campo de estos progenitores es también importante y se requiere sembrar en el momento justo, eliminar las plantas atípicas, quitarles las espigas a las hembras antes de que produzcan polen, cosechar por separado la semilla hembra, y desgranar y procesar con cuidado la semilla a fin de mantener su calidad.

El éxito de este proceso depende de la secuencia en que se realiza, pues cualquier error que se cometa en las primeras etapas de este tendrá un efecto significativo en las siguientes, y un error o un problema grave puede llevar al fracaso total o al rechazo del cultivo (CIMMYT, 2005).

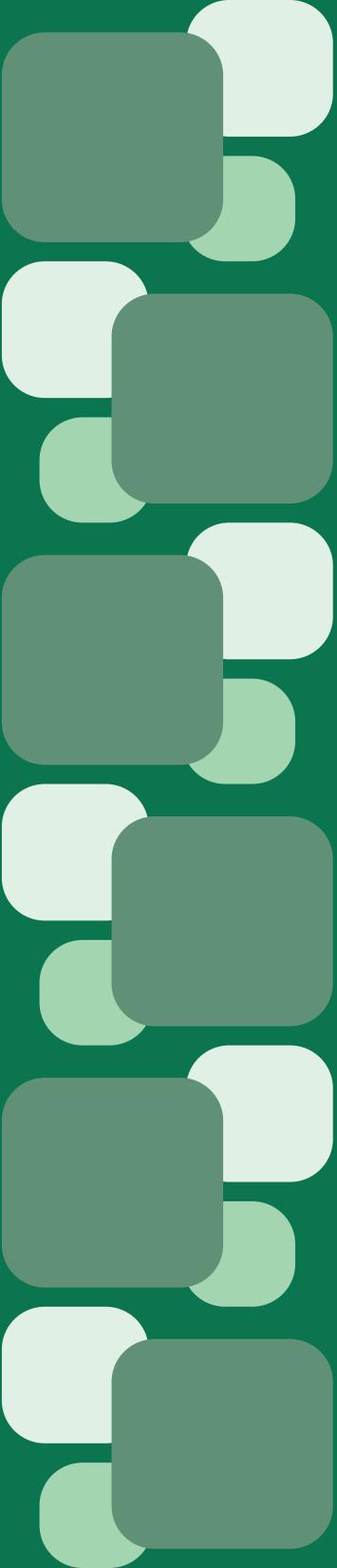
Actualmente, el INIA dispone de tecnologías y semillas mejoradas de variedades e híbridos altamente productivos y adaptados a condiciones de selva, que permiten afrontar la demanda del mercado del maíz y contribuyen al desarrollo del mercado constituido por las industrias avícolas, porcícolas, ganaderas, y a disminuir el volumen de importación del maíz.



2.

NOCIONES

PREVIAS



2.1 SEMILLA

Es una unidad reproductiva que se desarrolla y madura a partir de un óvulo fecundado que, al sembrarse, da origen a una nueva planta; también se define como toda estructura botánica destinada a la propagación sexual o asexual de una especie. Se diferencia del grano comercial porque tiene atributos y cualidades particulares y se han desarrollado normas y procedimientos que permiten asegurar la calidad para su producción. La actividad de producción de semillas es diferente a la utilizada en la producción de granos destinados para alimentación humana o animal (Urbina, 2015).

Una semilla de calidad es aquella que reúne un conjunto de atributos o requisitos mínimos, tales como pureza varietal y física, porcentaje de germinación y presencia o ausencia de organismos patógenos, tanto internos como externos; además, es la forma más segura de cultivar plantas garantizando en su desarrollo mayor vigor, sanidad y un buen rendimiento en la cosecha.

Los atributos, líneas arriba mencionados son los siguientes (Gráfico 1):

- **Pureza varietal:** la semilla al reproducirse transmite idénticamente todas las características propias de la variedad (genotipo y fenotipo).
- **Pureza física:** las semillas tienen pureza física cuando están libres de semillas de malezas, restos vegetales, materia inerte, semilla de otros cultivos y su apariencia es uniforme (no tiene granos quebrados, daño físico o de insectos).
- **Germinación:** son aquellas que tienen la capacidad de germinar en su totalidad (85% - 100%) y producir plantas vigorosas bajo condiciones favorables.
- **Vigor:** es la energía de germinar o capacidad de una buena, rápida y uniforme germinación y emergencia de un lote de semillas, principalmente en condiciones adversas de campo.
- **Sanidad:** la semilla debe estar libre de insectos y enfermedades, para evitar la dispersión de inóculos en el suelo e impedir el desarrollo de ciertas enfermedades en las plantas.

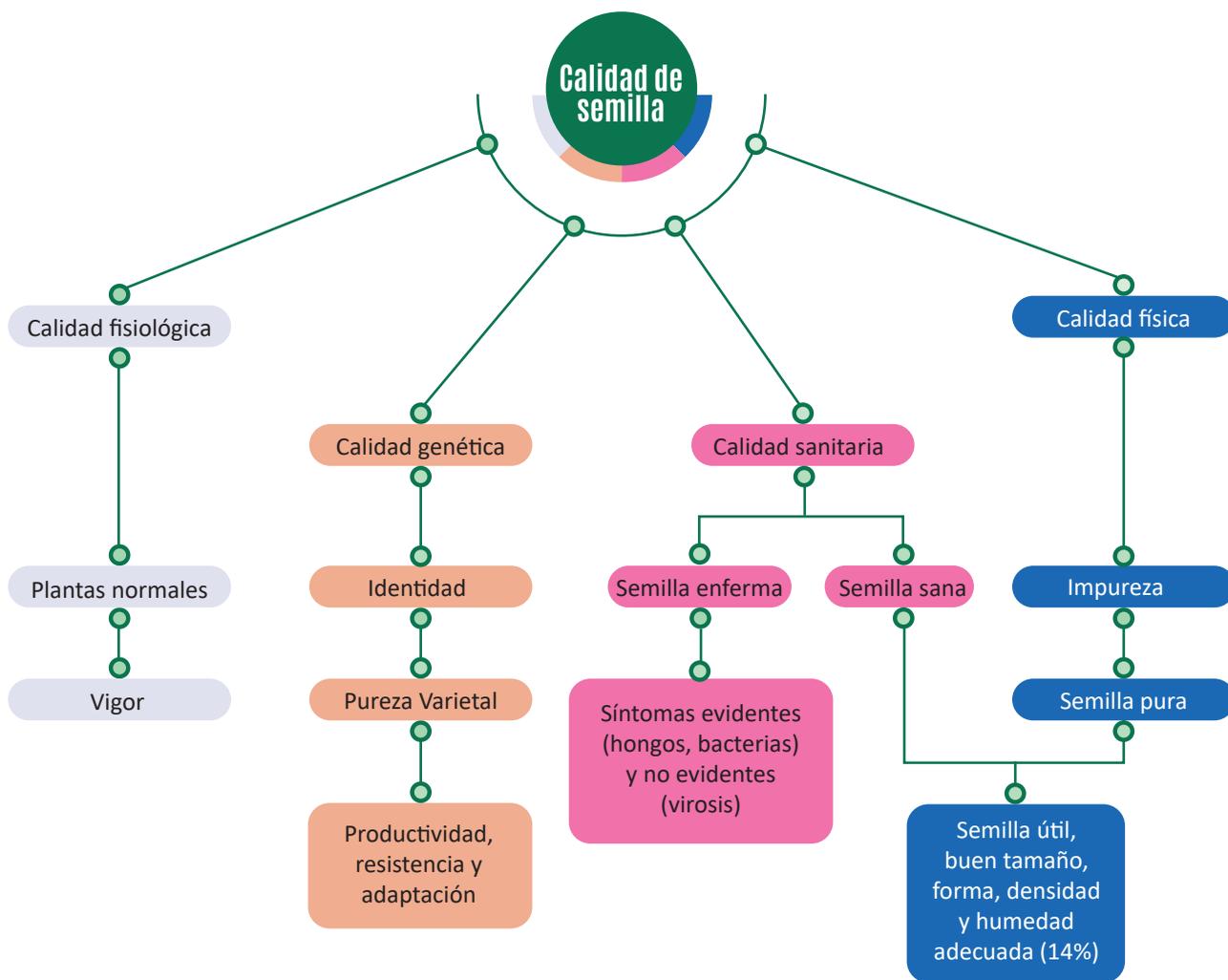


Gráfico 1. Atributos de la calidad de semilla.



Figura 1. Semilla con pureza física y sanidad.



Figura 2. Plántulas con buena germinación, vigor y pureza varietal.

2.2 FENOLOGÍA

- **VE (+5 días):** el coleóptilo emerge a la superficie.
- **V1 (+9 días):** es visible el cuello de la primera hoja (ésta siempre tiene el ápice redondeado).
- **V2 (+12 días):** es visible el cuello de la segunda hoja.
- **Vn:** es visible el cuello de la hoja número “n” (“n” es igual al número definitivo de hojas que tiene la planta; generalmente fluctúa entre 16 y 22, pero en la floración se habrán perdido las 4 ó 5 hojas inferiores).
- **VT (+55 días):** es completamente visible la última rama de la panícula; cabe señalar que esto no es lo mismo que la floración masculina, que es la liberación del polen (antesis).
- **R1 (+57 días):** son visibles los estigmas en el 50 % de las plantas.
- **R2 (+71 días):** etapa de ampolla en la que los granos se llenan con un líquido claro y se puede ver el embrión.
- **R3 (+80 días):** etapa lechosa en la que los granos se llenan con un líquido lechoso blanco.
- **R4 (+90 días):** etapa masosa en la que los granos se llenan con una pasta blanca (no demasiado tierna o demasiado madura). El embrión tiene aproximadamente la mitad del ancho del grano.
- **R5 (+102 días):** etapa dentada, en la que la parte superior de los granos se llena con almidón sólido y, cuando el genotipo es dentado, los granos adquieren la forma dentada; en los tipos tanto cristalinos como dentados es visible una “línea de leche” cuando se observa el grano desde el costado.
- **R6 (+112 días):** madurez fisiológica; una capa negra es visible en la base del grano. La humedad del grano es generalmente alrededor del 35 %.

Nota:

- No todas las plantas de un campo llegan simultáneamente a una misma etapa, por esta razón, es mejor decir que el cultivo alcanza una determinada etapa sólo cuando por lo menos el 50% de las plantas la ha alcanzado.
- El número de días es aproximado. Después de la siembra en tierras bajas tropicales, donde las temperaturas máxima y mínima pueden ser de 33°C y 22°C, respectivamente; en ambientes más fríos, el número de días es mayor.

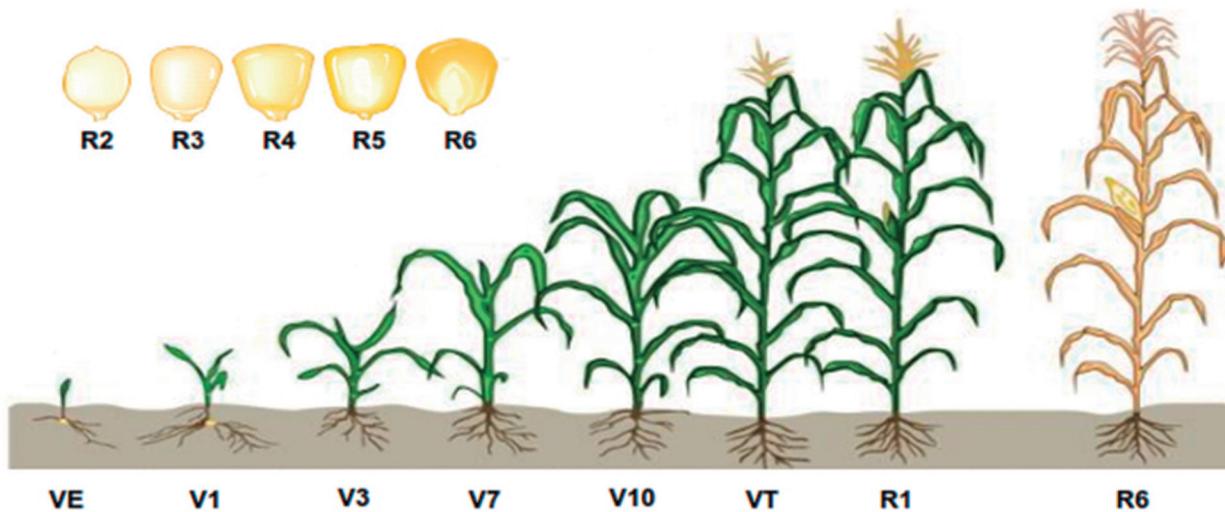


Figura 3. Fenología del maíz.
Fuente: Ritchie S. W. y Hanway J. J. (1984)



Figura 4. Plántula de maíz: hoja cotiledonal Etapa V1.



Figura 5. Plantas de maíz en Etapas V4 a V5.



Figura 6: Plantas de maíz en Etapas V11 a V12.



Figura 7: Plantas de maíz en Etapas V14 a VT.



Figura 8. Planta de maíz en R1.



Figura 9. Planta de Maíz en R4.



Figura 10. Planta de maíz en R6.

2.3 POLINIZACIÓN

2.3.1 Flores

El maíz tiene metabolismo fotosintético tipo C4 y es una planta monoica, es decir, posee flores masculinas ubicadas en la parte apical y femeninas en mazorcas laterales separadas por tiempo y espacio. La dehiscencia del polen de las anteras de las flores masculinas ocurre uno o dos días antes de la emisión de los estilos de la flor femenina.



Figura 11. Flor femenina.



Figura 12. Flor masculina.

2.3.2 Polen

En condiciones favorables, el grano de polen permanece viable de 18 a 24 horas y puede perder viabilidad en unos pocos minutos si la temperatura del aire es aproximadamente 40 °C, o si la demanda evaporativa —déficit de presión de vapor— es muy alta.

Cabe mencionar que una panoja vigorosa contiene de 2 a 5 millones de granos de polen, cuyo pico más alto de producción se da al tercer día. La liberación de polen ocurre dos o tres días antes de la aparición de los estilos y se prolonga durante cinco a ocho días, dependiendo de las condiciones ambientales como la temperatura, humedad relativa y nubosidad; deteniéndose cuando la panoja está muy húmeda o demasiado seca, y comenzando nuevamente cuando existen condiciones óptimas.

Los estilos (pelos) son de carácter mucilaginoso (húmedos y pegajosos) y pueden ser receptivos al polen, hasta después de 10 días de ocurrida su emergencia. Los granos de polen contienen cerca de 60% de agua cuando son liberados y mueren si su contenido de agua desciende hasta 30%, aproximadamente (Fonseca y Westgate, 2005). Cuando no existen condiciones ambientales favorables, los óvulos —futuras semillas— no son polinizados y dan origen a mazorcas con pocas semillas. Alrededor del 95% a 97% de los óvulos reciben polen mediante polinización cruzada y del 5% a 3% se autofecundan (Poehlman, 1973), aunque las plantas son completamente autocompatibles. En condiciones de campo, el 97% o más de las semillas producidas por cada mazorca son el fruto de la polinización de otras plantas (polinización cruzada).

2.3.3 Polinización cruzada

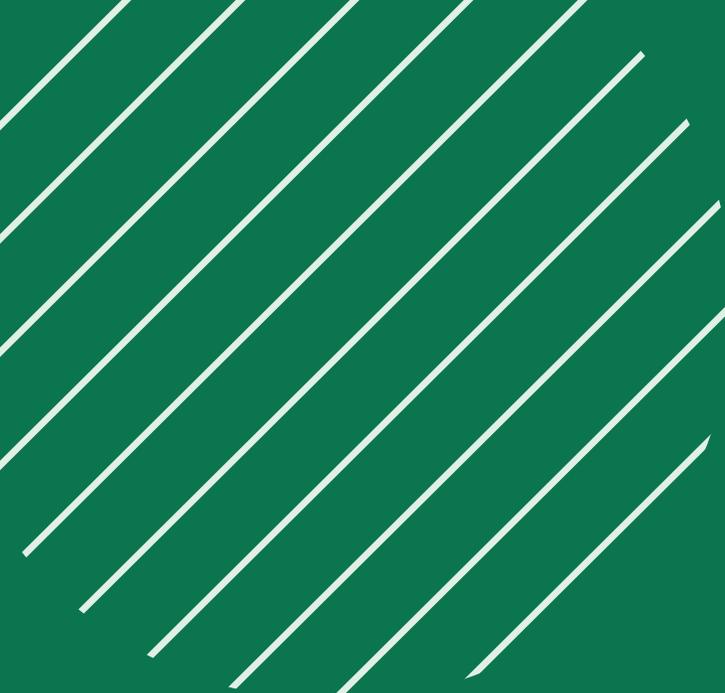
El maíz tiene una polinización cruzada y libre debido al tipo de floración y manera de fecundarse, por ello es importante conocer la estructura floral para tener una mejor comprensión.

Cuando las plantas de una variedad de polinización libre (VPL) son polinizadas por plantas de otra(s) variedad(es) ocurre la “dilución genética” o “dilución cualitativa” de la variedad original y se producen variaciones genéticas que pueden ser favorables o desfavorables a las características físicas, fisiológicas, genéticas y sanitarias; inherentes a un “stock” de semilla genética, haciendo que se pierdan generación tras generación, cuando el proceso de multiplicación de semilla no se conduce adecuadamente.

El efecto inmediato del polen en el endosperma del grano de maíz se denomina xenia y es resultado del fenómeno de doble fecundación (coloración de granos diferentes a la mayoría de los granos de la mazorca) por causa de la polinización cruzada en el maíz.

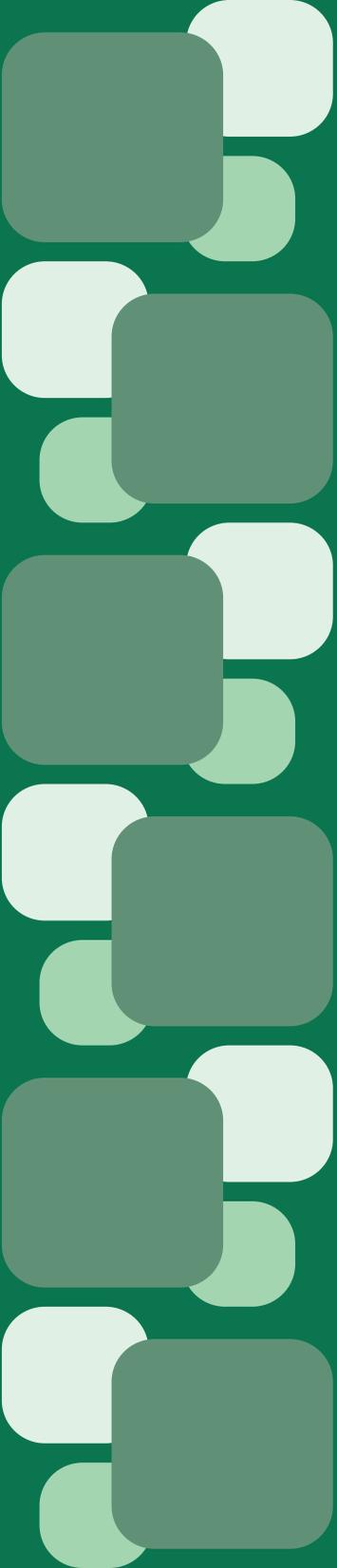


Figura 13. Parcela de maíz en proceso de libre polinización cruzada.



3.

**TÉCNICAS PARA
EL CONTROL DE
POLINIZACIÓN**



3.1 EVITAR LA POLINIZACIÓN CRUZADA

Se recomienda evitar la polinización cruzada a fin de no obtener híbridos indeseables en el material de selección y en la producción de semilla comercial.

3.1.1 Aislamiento del lote donde se realizarán las cruzas

3.1.1.1 Distancia

Se emplean distancias de 300 a 600 m entre lotes del mismo cultivo cuando el lote de producción de semillas está a favor de la dirección del viento del lote del maíz contaminante y de 200 a 400 m cuando están paralelos o en sentido contrario a la dirección del viento.



Figura 14. Aislamiento de lotes para evitar contaminación de polen en campo.

Categoría	VPL	Híbridos	Líneas
Genética	500 m	-	600 m
Básica	400 m	400 m	500 m
Registrada	300 m	300 m	-
Certificada	200 m	200 m	-

Tabla 1. Distancias mínimas de aislamiento para diferentes categorías y tipos de maíz.
 Fuente: SNICS-SAGARPA-Colegio de posgrado (2003)
 VPL: Variedad de Polinización Libre

3.1.1.2 Fecha de siembra

Adelantar o retrasar la siembra, de tal manera que no coincida la floración con la de otros lotes, tiene la finalidad de evitar coincidencias entre las floraciones. La siembra del lote de producción de semilla debe efectuarse —antes o después— con relación a cualquier otra siembra de maíz localizada dentro de la distancia mínima establecida como crítica.

Se debe considerar que la liberación de polen en el lote contaminante se inicie al menos 15 días después de que haya terminado la emisión de estigmas en el lote para producción de semilla; a fin de evitar la contaminación genética, se precisa sembrar con 25 a 30 días de diferencia, dependiendo si son variedades precoces o tardías.

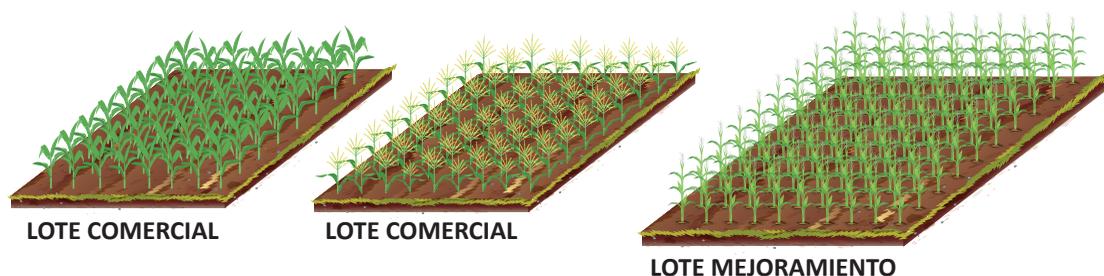


Figura 15. Aislamiento por diferente fecha de siembra.

3.1.1.3 Barreras artificiales

Las barreras naturales, especialmente los árboles, montañas y cerros evitan o reducen la contaminación por polen extraño.

3.1.1.4 Barreras de semilla certificada de la misma variedad

Una estrategia que se puede utilizar para evitar que el lote de semilla se contamine con polen de otra(s) variedad(es) es sembrar alrededor del lote semilla certificada de la misma variedad, tal como se muestra en el siguiente esquema.

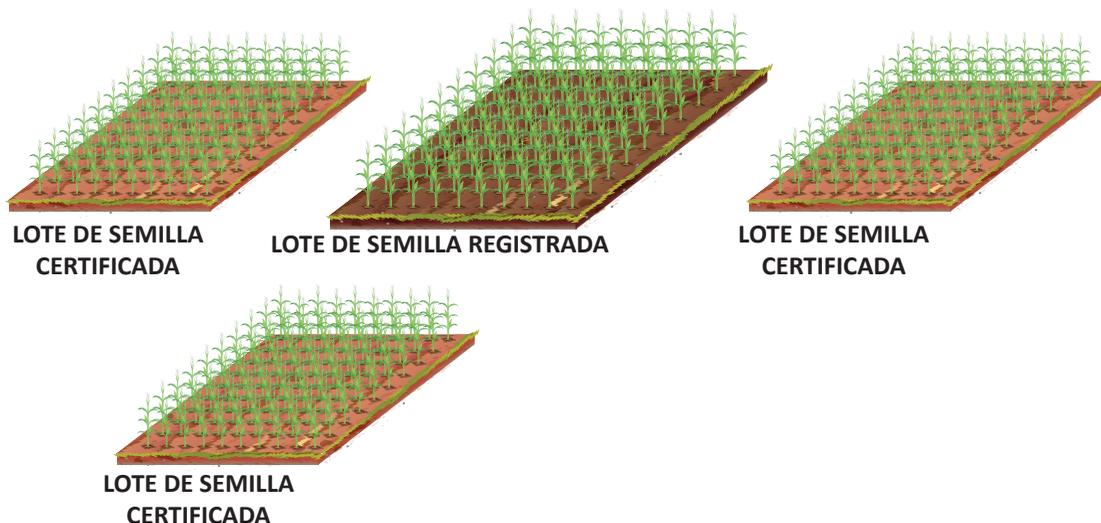


Figura 16. Aislamiento por barreras de semilla certificada de la misma variedad.

3.1.1.5 Métodos para corregir errores en el aislamiento

- Destrucción o desespigamiento del maíz contaminante antes de la aparición de los estigmas en los materiales de multiplicación.
- Destrucción de los jilotes que tuvieron estigmas expuestos durante el periodo de polinización del maíz contaminante.
- Destrucción de las plantas que produjeron semilla y que estuvieron aisladas inadecuadamente de la fuente de contaminación.
- Cubrimiento de jilotes y uso de la polinización controlada.

3.1.2 Empleo de bolsas que impidan la dispersión del polen

El uso de bolsas impide la dispersión del polen. Los materiales requeridos para el embolsado de las flores son: bolsas para polinizar, grapas, engrapador o clips, mandil de polinización, gorro y otros implementos de protección (Figura 17).



Figura 17. Materiales especiales para polinización asistida.



Figura 18. Jilote de maíz para jiloteo.

Procedimiento:

1

Se embolsan las flores femeninas (jilotes) con bolsas de glassine (papel muy delgado y suave resistente al aire y agua), antes que las sedas o estigmas empiecen a emerger de las hojas que las protegen (Figuras 19 y 20).



Figura 19. Embolse de jilote con bolsa de glassine.

2

Se embolsan las flores masculinas en la parte alta de la planta antes que liberen el polen (Figura 21), no demasiado pronto porque dificultamos su desarrollo. El momento indicado es cuando las anteras empiezan a salir de los tallos verticales y laterales.



Figura 20. Jilotes cubiertos.

3

La bolsa debe colocarse de tal forma que el polen quede dentro una vez sea liberado.



Figura 21. Embolsado de panoja para colecta de polen.

4

La polinización debe realizarse cuando en el ambiente se presente una temperatura media, puesto que el calor puede hacer que el polen pierda su viabilidad.



Figura 22. Panoja embolsada a la espera del momento de colecta de polen.

5

Se dan golpes secos para obtener la máxima cantidad de polen posible en la bolsa.



Figura 23. Colecta del polen.

6

La bolsa que contiene el polen recolectado es bajada con cuidado hacia la flor femenina, retirando la bolsa de glassine rápidamente para esparcir el polen por todas las sedas de forma igual para polinizar todas las flores femeninas de la espiga (jilote) o futura mazorca.



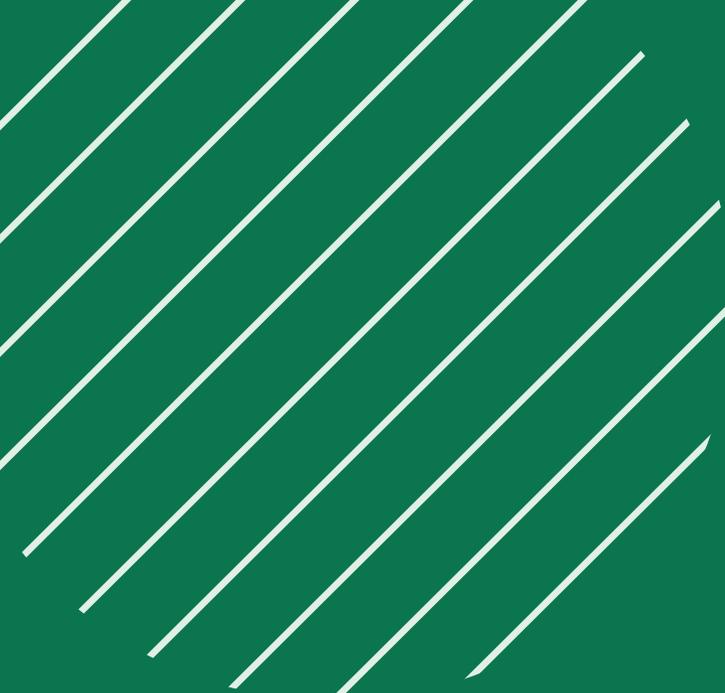
Figura 24. Se extraen las bolsas de glassine y se procede a colocar la bolsa con polen a fin de polinizar.

7

El embolsado de los jilotes permanece hasta el momento de la recolección para evitar otras polinizaciones, ya que la sedas pueden mantenerse receptivas durante semanas. Es importante que se deje suficiente espacio para el desarrollo de las mazorcas.

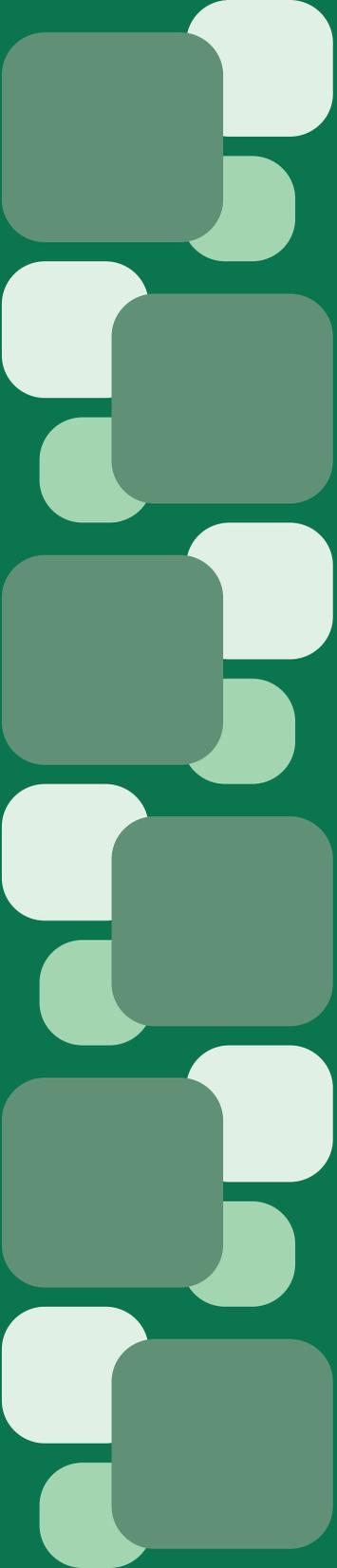


Figura 25. Asegurar las bolsas en la planta hasta la cosecha.



4.

MEJORAMIENTO GENÉTICO



4.1 GENERALIDADES

Para un mayor entendimiento del mejoramiento genético en maíz, se debe:

- Conocer las características agronómicas de la planta (botánica, morfología, necesidades ambientales, área de cultivo y sistema de reproducción).
- Conocer la preferencia de los agricultores para una rápida adopción y con ello otorgar al agricultor cultivares más productivos con manejo agronómico adecuado.
- Saber que el mejoramiento es posible gracias a la variabilidad (natural o artificial) de las especies cultivadas.
- Saber que al cruzar con fines de mejora se pretende combinar caracteres que las progenies hereden y sean superiores al de los progenitores, de aquí la necesidad de conocer los caracteres genéticos heredables.
- Tener claro que su objetivo es obtener variedades e híbridos con características agronómicas de calidad y granos superiores a las variedades mejoradas y locales vigentes, las cuales satisfagan las necesidades de los agricultores, la industria y los consumidores.
- Conocer los criterios de selección:
 - Rendimiento de grano,
 - Tolerancia a enfermedades,
 - Sanidad de los granos,
 - Resistencia al acame (doblez o inclinación que sufre el tallo de las plantas),
 - Tolerancia a factores abióticos (sequía, calor, suelos ácidos, etc.),
 - Textura y color del grano.

4.2 MÉTODOS DE MEJORAMIENTO GENÉTICO

4.2.1 Selección masal o selección recurrente fenotípica

Consiste en identificar individuos fenotípicamente superiores, suponiendo que son el fiel reflejo de sus genotipos. El éxito de la selección masal depende en gran medida de las cambiantes frecuencias génicas y de la precisión en la selección de los tipos deseados (Jara et. al, 2003).

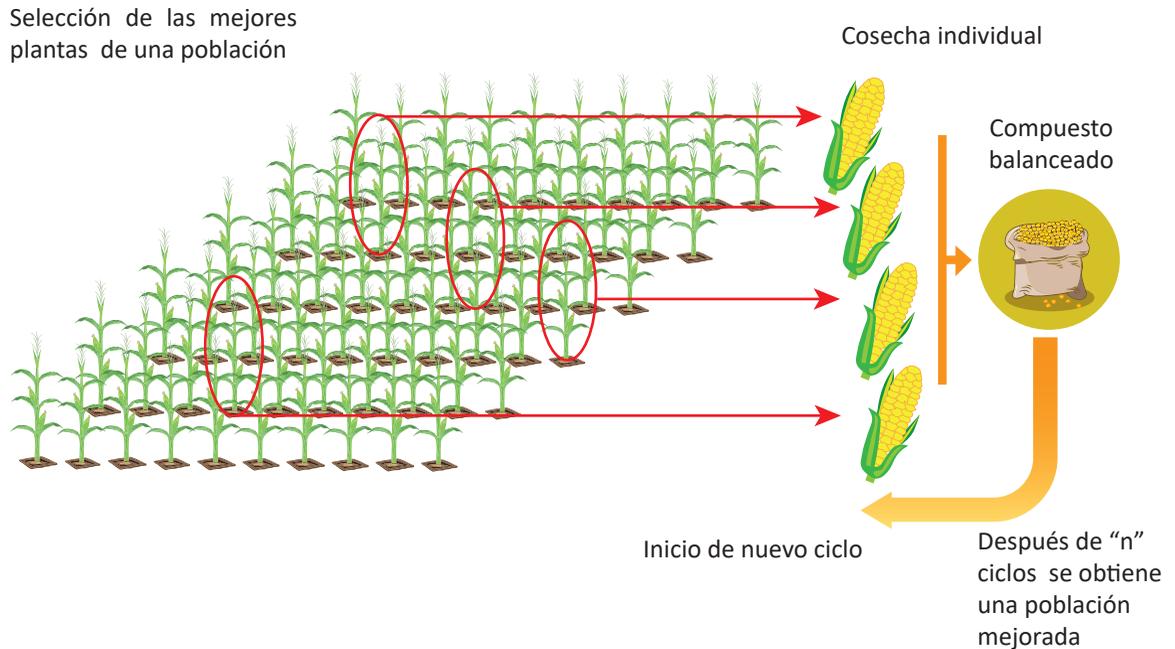


Figura 26. Selección masal o recurrente fenotípica.

4.2.2 Selección mazorca por hilera o de medios hermanos o selección recurrente genotípica

Este esquema permite mantener la variabilidad genética. Los genes de toda la población tienen la oportunidad de recombinarse en cada ciclo, la selección de las características deseables se puede dirigir por medio del control de las progenies de las familias (Jara et. al, 2003).

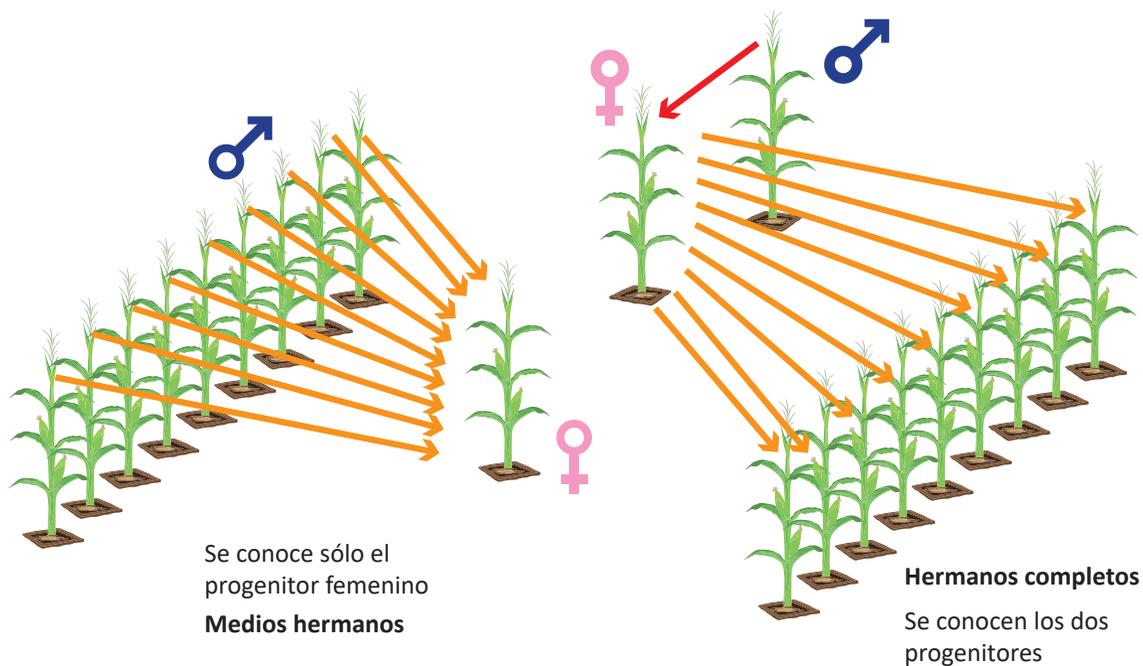


Figura 26. Selección de mazorca por hilera o medios hermanos y hermanos completos.

4.2.3 Selección recurrente

Este esquema nos permite evaluar la aptitud combinatoria general y específica, y formar variedades de libre polinización; a la vez de identificar buenos progenitores para formar híbridos (Jara et. al, 2003).

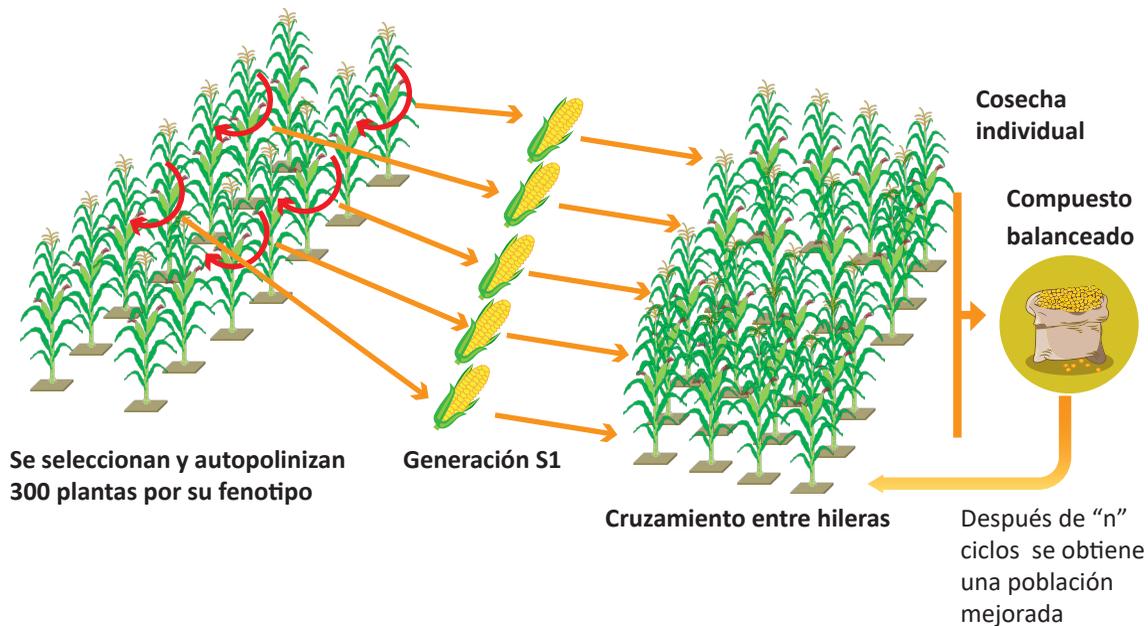


Figura 27. Proceso de selección recurrente.

4.3 TÉCNICA DE FORMACIÓN, MANTENIMIENTO E INCREMENTO DE SEMILLA GENÉTICA DE LÍNEAS PURAS DE MAÍZ

4.3.1 Autofecundación

Acto de fecundar los órganos femeninos de una planta con su propio polen (autopolinizar).

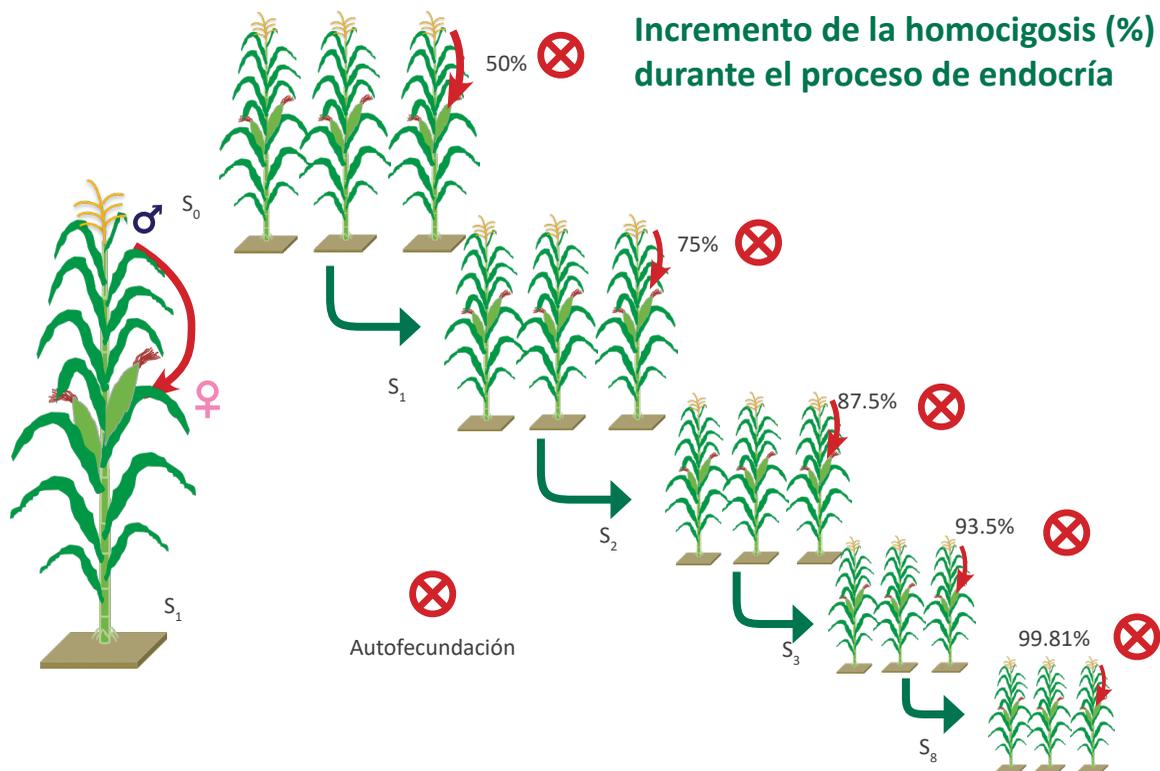


Figura 28. Autofecundación y proceso de obtención de líneas puras.

4.3.2 Cruza Fraternal

Se define como la cruce entre plantas de una misma línea, variedad, etc.; también es conocida como la cruce entre individuos hermanos utilizada para incrementar semilla de progenitores. Se colecta y mezcla el polen de todas las plantas hermanas en una bolsa o varias bolsas, con el cual se polinizan todos los estigmas de todas las plantas.

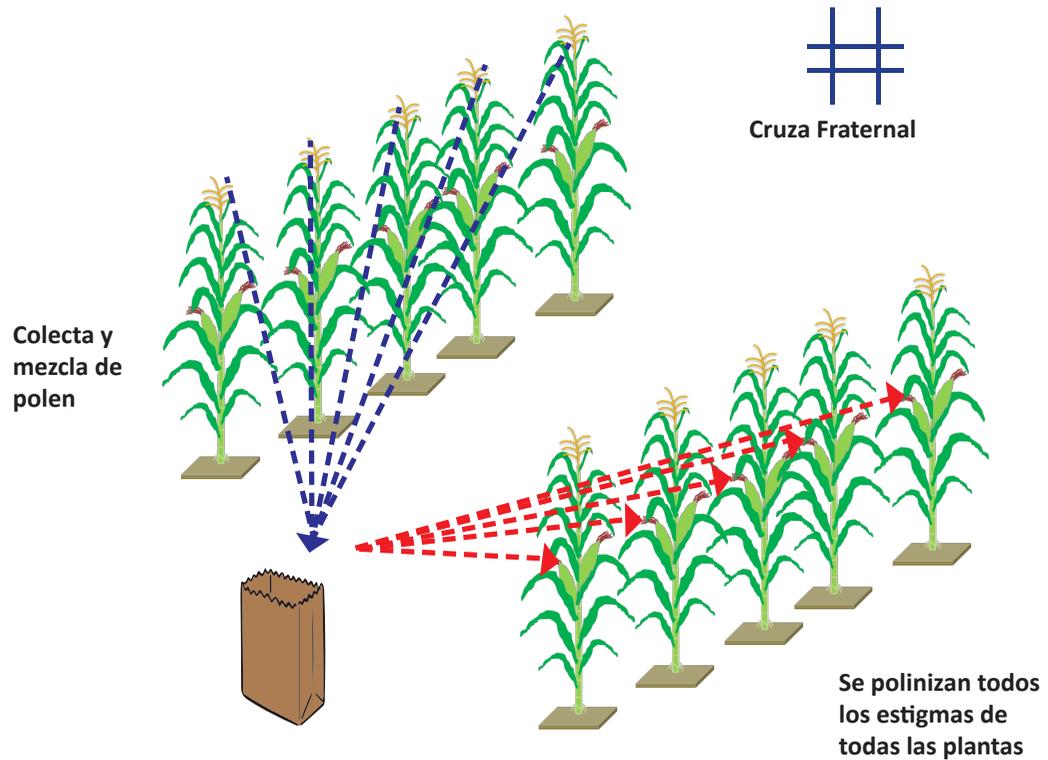
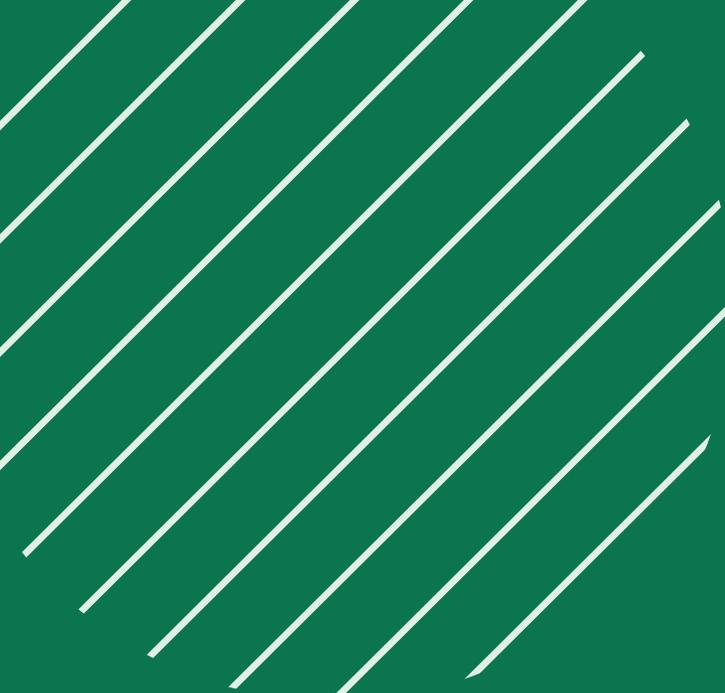
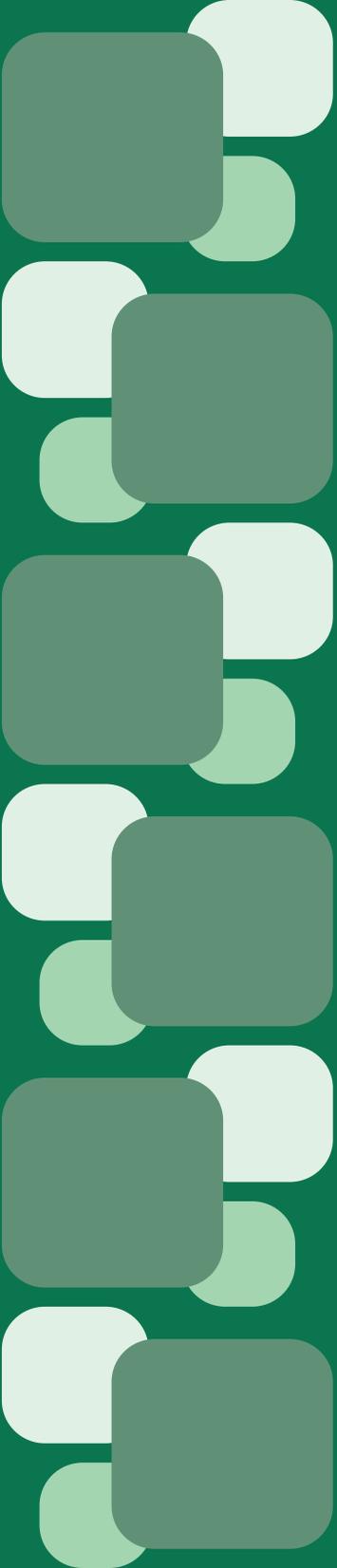


Figura 29. Proceso de cruce fraternal en el mantenimiento de una línea.



5.

**GENERACIÓN DE
VARIEDADES DE
POLINIZACIÓN
LIBRE**



5.1 VARIEDADES DE POLINIZACIÓN LIBRE

Los productores manifiestan que obtienen baja productividad en sus cultivos de maíz con la variedad Marginal 28-T, causada por su degeneración a consecuencia de la endocria (utilizan grano como “semilla” de pocas mazorcas) y de las cruces con otras variedades locales (Tusilla).

Ante esta situación el equipo técnico del Programa Nacional de Maíz de la Estación Experimental Agraria El Porvenir, considera importante el mantenimiento de la identidad varietal y la obtención de semilla genética de los cultivares liberados por el INIA, como Marginal 28T e INIA 610 - Nutrimaiz e INIA 602; además, se han ejecutado parcelas de comprobación y de demostración con la participación y el seguimiento de productores en sus campos, constatando que el uso de semilla certificada o de buena calidad aumenta la productividad, por lo que deben cambiar de semilla, por lo menos, cada tres campañas.

5.2 FORMACIÓN DE VARIEDADES DE POLINIZACIÓN LIBRE

Las variedades de polinización libre (VPL) pueden formarse de dos maneras:

- A partir de la síntesis o recombinación de familias genéticas seleccionadas que derivan de poblaciones mejoradas a través de programas de Selección recurrente.
- Recombinando líneas de alta endogamia derivadas de programas de formación de híbridos.

5.3 OBTENCIÓN DE SEMILLA DE VARIEDADES DE POLINIZACIÓN LIBRE (VPL)

Se recomienda al agricultor que identifique dentro de su campo de producción, un sector con plantas sanas y que tengan buen vigor, o marcar plantas típicas. La selección de plantas debe ser efectuada después de su floración, cuando hayan alcanzado su máximo tamaño, el cual es el mejor momento para elegir plantas sanas —que no tengan tallos débiles ni mazorca alta—. Una buena práctica es marcar las plantas seleccionadas utilizando cintas de tela, de polietileno o tiras delgadas de cartulina que se engrapan alrededor del tallo, en los nudos debajo de la mazorca, cuyo color debe ser llamativo y sean fácilmente visibles.

El número de mazorcas seleccionadas depende de la cantidad de grano que se quiera obtener como semilla; sin embargo, su número, en ningún caso, debe ser menor a 100 mazorcas, sanas y completas; lo recomendable es recolectar las mazorcas antes de la cosecha del campo, de manera que no se confundan con plantas no marcadas. El número de plantas a cosechar para semilla depende de la cantidad que el agricultor desee tener para sembrar en la siguiente campaña agrícola; en la cosecha se seleccionan las mazorcas típicas de la variedad, se secan, se desgranar y, finalmente, la semilla se mezcla para la siguiente siembra. Se estima que una mazorca sana produce 150 g de grano para semilla.

Si la densidad de siembra recomendada para variedades de polinización libre es de 25 kg por hectárea, entonces el agricultor debe considerar marcar alrededor de 250 plantas y, a la cosecha, seleccionar 180 a 200 mazorcas

sanas y típicas de la variedad. Con el fin de uniformizar por tamaño la semilla obtenida, es recomendable eliminar la semilla de las “puntas” de las mazorcas —son de menor tamaño— y de la base —son deformes—; además la semilla debe ser tratada con algún producto químico para evitar que sea dañada por insectos, principalmente por gorgojos, y después deberá ser almacenada en un lugar seco y fresco, fuera del alcance de roedores.

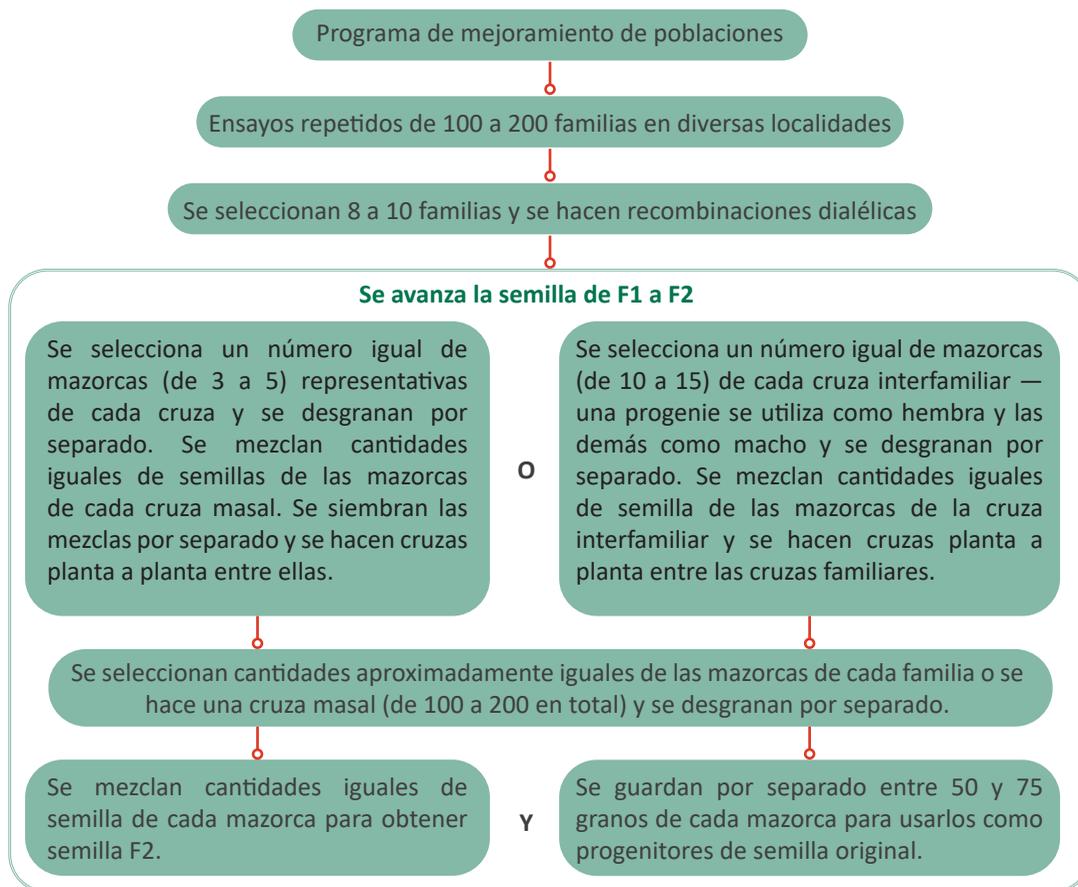


Figura 30. Formación de variedades y obtención de semillas F2 mediante un programa de selección recurrente.

Fuente: Programa Maíz- CIMMYT (1999).

AÑO **EVALUACIÓN**

1 Evaluación de diversas VPL en estaciones experimentales utilizando semilla F2.

2 Evaluación de VPL promisorias en estaciones experimentales y en los campos de los agricultores.

3 Evaluación de otras VPL promisorias en ensayos agronómicos en los campos de los agricultores.

4 Evaluación de otras VPL promisorias en ensayos agronómicos y de verificación en los campos de los agricultores.

5 Evaluación de demostración de la VPL seleccionada en los campos de los agricultores y lanzamiento oficial de la misma.

MANTENIMIENTO Y PRODUCCIÓN DE SEMILLAS

Polinización masal

Se siembran 1,000 plantas con semilla F2. Se polinizan en masa 400 a 500 plantas. Se seleccionan 100 a 200 mazorcas.

O

Bloque de aislamiento mazorcas por surco

Se siembra semilla F2 de una sola mazorca por cada surco, con la semilla que se seleccionó para ser utilizada como progenitor hembra de semilla original, y usar su mezcla como machos en proporción de 2:1 o 3:1. Se desespigan todas las plantas hembras y 20% a 30 % de las plantas macho. Se seleccionan 400 a 500 plantas en 50% de las hileras y se separan 100 a 200 mazorcas.

Se mezclan cantidades iguales de semilla de las plantas seleccionadas y de otras mazorcas que conserven el tipo para obtener semilla para los ensayos.

Y

Se mezclan cantidades iguales de semilla de las mazorcas seleccionadas para obtener semilla original.

Y

Se separan 50 a 75 granos de mazorcas seleccionadas para usarlos como progenitores de semilla original.

Se siembra la semilla original en aislamiento y se eliminan 10 a 15 % de plantas atípicas para obtener semilla básica.

Se siembra la semilla básica en aislamiento y se eliminan hasta el 5 % de plantas atípicas para obtener semilla certificada.

Figura 31. Sistema de evaluación, mantenimiento y producción de semilla de las variedades.

Fuente: Programa Maíz - CIMMYT (1999).

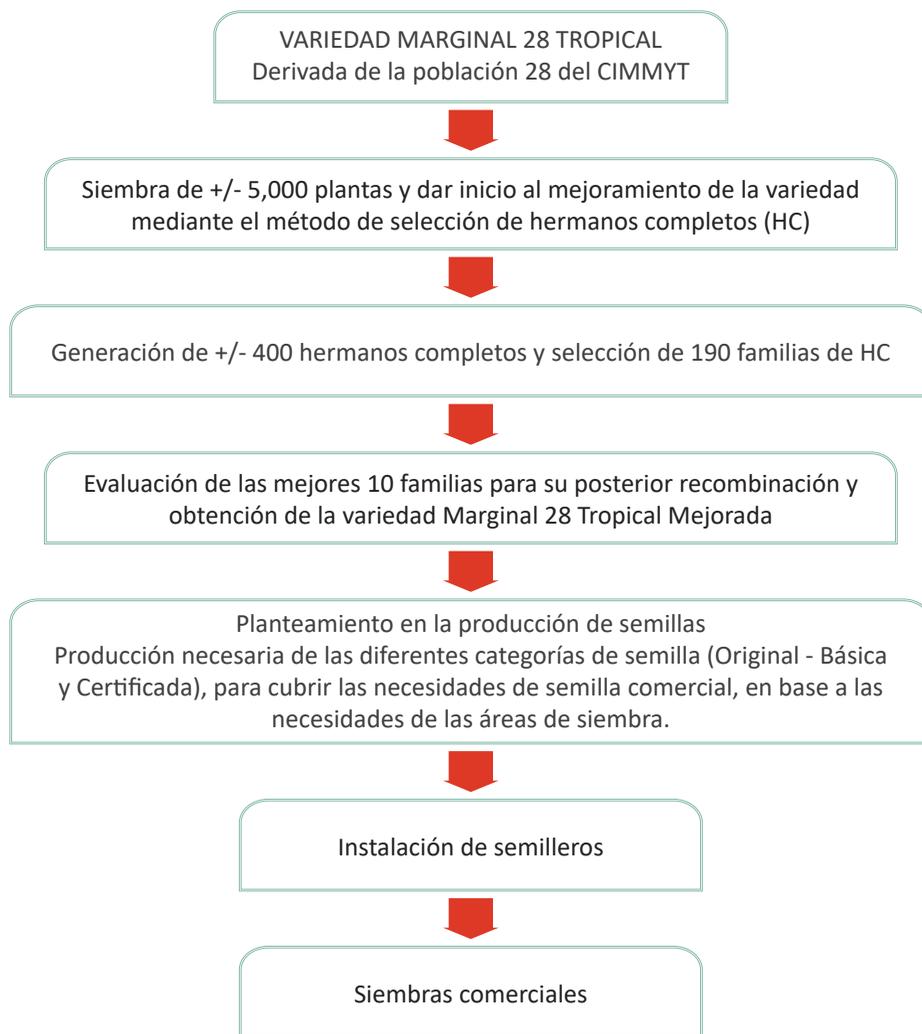


Figura 32. Mejoramiento de la variedad Marginal 28 Tropical - siembra experimental - siembra comercial.

Fuente: Programa Maíz - CIMMYT (1999).

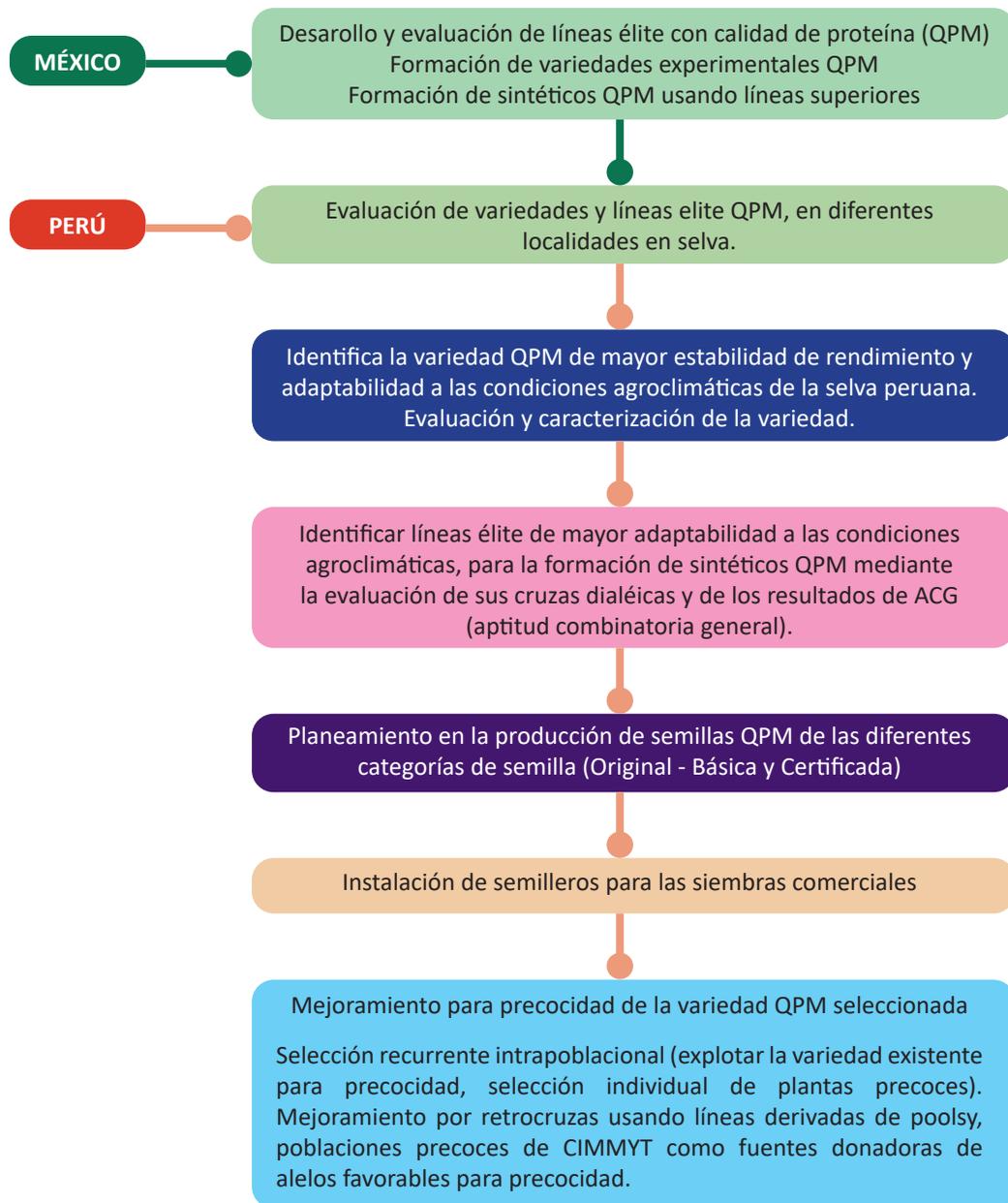
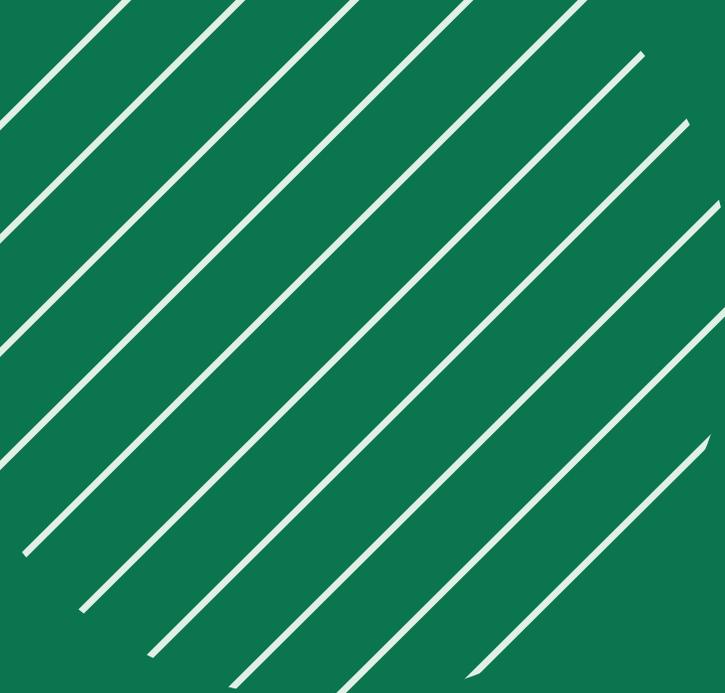


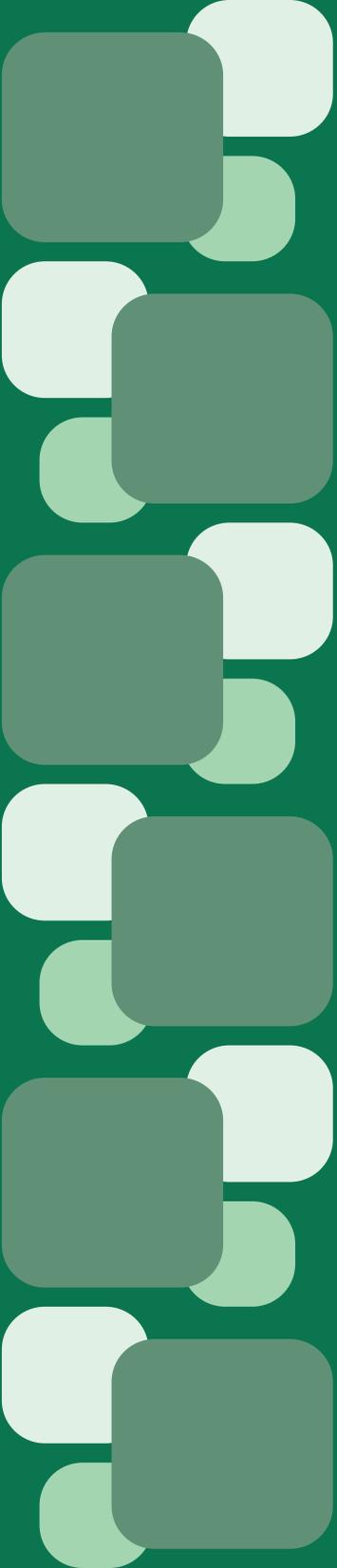
Figura 33. Introducción de variedades y formación de sintéticos QPM.
Siembra Experimental - Siembra Comercial
Fuente: Programa Maíz - CIMMYT (1999).





6.

**GENERACIÓN DE
HÍBRIDOS DE MAÍZ**



6.1 HÍBRIDO

La alta productividad de un híbrido se basa en aprovechar el fenómeno de la heterosis —vigor híbrido— que se produce al cruzar dos líneas puras, las cuales se obtienen por autofecundaciones sucesivas, orientadas a la consecución de líneas que reúnan caracteres favorables que debe tener un híbrido; siendo el híbrido resultante del cruzamiento entre dichas líneas, el que manifiesta productividad superior a la de sus progenitores.

Las líneas puras normalmente son de aspecto más deprimente que sus cruza, debido a la depresión endogámica; sin embargo, el vigor híbrido se ve reflejado en sus cruza. Los híbridos llevan en su constitución genética las mejores características de sus progenitores por lo cual son útiles comercialmente (MacRobert et. al, 2014).

6.1.1 Tipos

6.1.1.1 Híbrido simple

Es el resultado del cruzamiento entre dos líneas puras (endocriadas); es el que más aprovecha la heterosis y el que proporciona una mayor uniformidad. Actualmente es el tipo de híbrido predominante, ya que puede utilizarse para formar híbridos dobles y como progenitor femenino de híbridos trilineales. Ejemplo: INIA 608 – El Porvenir, INIA 619 – Megahíbrido.

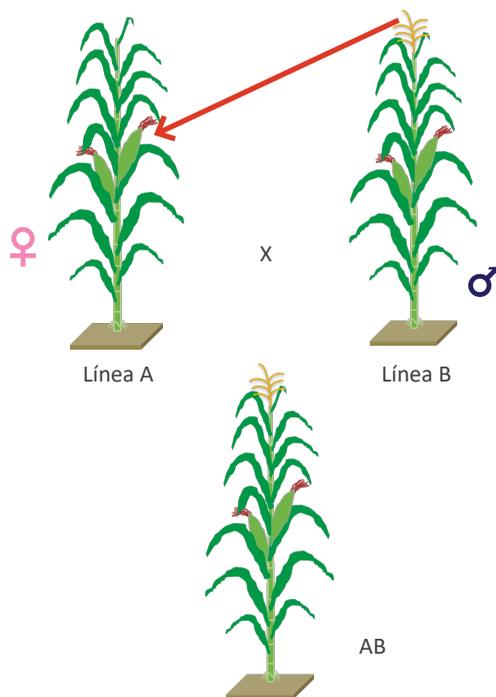


Figura 37. Cruce de dos líneas puras para la obtención de semilla F1.

6.1.1.2 Híbrido trilineal

Producto del cruzamiento resultante entre un “híbrido simple” —F1 de una cruce simple— con una tercera línea. Ejemplo: INIA 624 – Killu Suk.

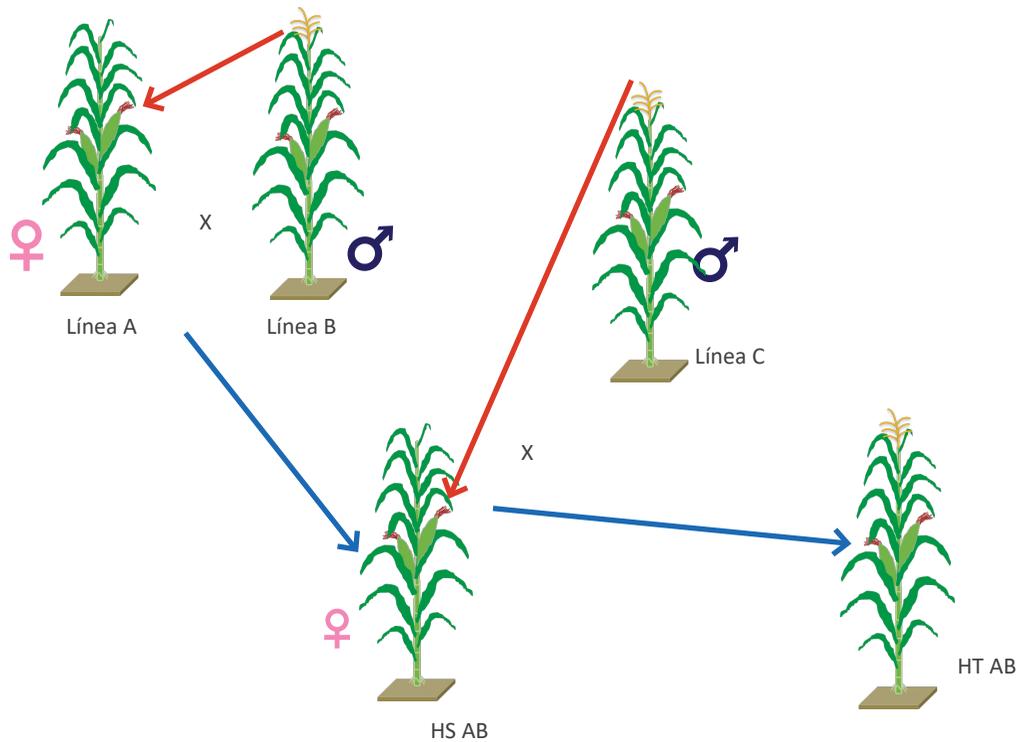


Figura 38. Proceso de obtención de híbrido trilineal.

6.1.1.3 Cruza doble

“Híbrido doble”, es la F1 resultante entre el cruzamiento de dos híbridos simples.

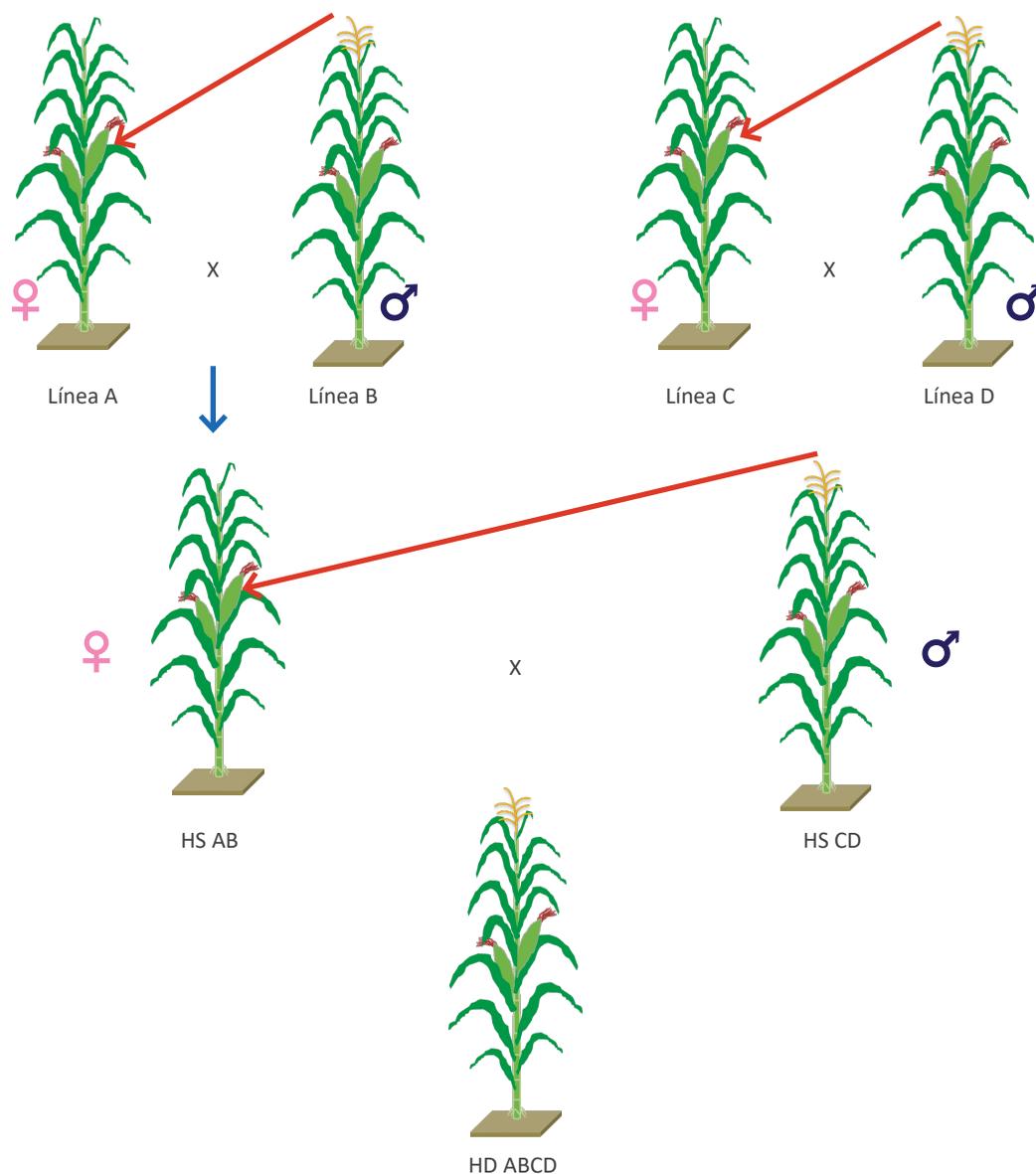


Figura 39. Proceso de obtención de híbrido doble.

6.1.1.4 Híbridos no convencionales

6.1.1.4.1 Híbrido variedad x Línea pura o Top cross

Se obtiene cruzando una variedad de polinización abierta como progenitor femenino con una línea pura como masculino. Es menos heterótico y uniforme que un híbrido simple aunque, en cualquier caso, supera en estos aspectos a una variedad de polinización abierta. El “top-cross” o mestizo, puede ser interesante como primer paso antes de llegar a obtener un híbrido simple bien adaptado.

6.1.1.4.2 Híbrido intervarietal

Se trata de la primera generación del cruzamiento entre dos variedades de polinización libre; es el menos heterótico y uniforme de todos, participando en menor intensidad de las características del top-cross. Ejemplo: INIA 608 – Allimarasa.

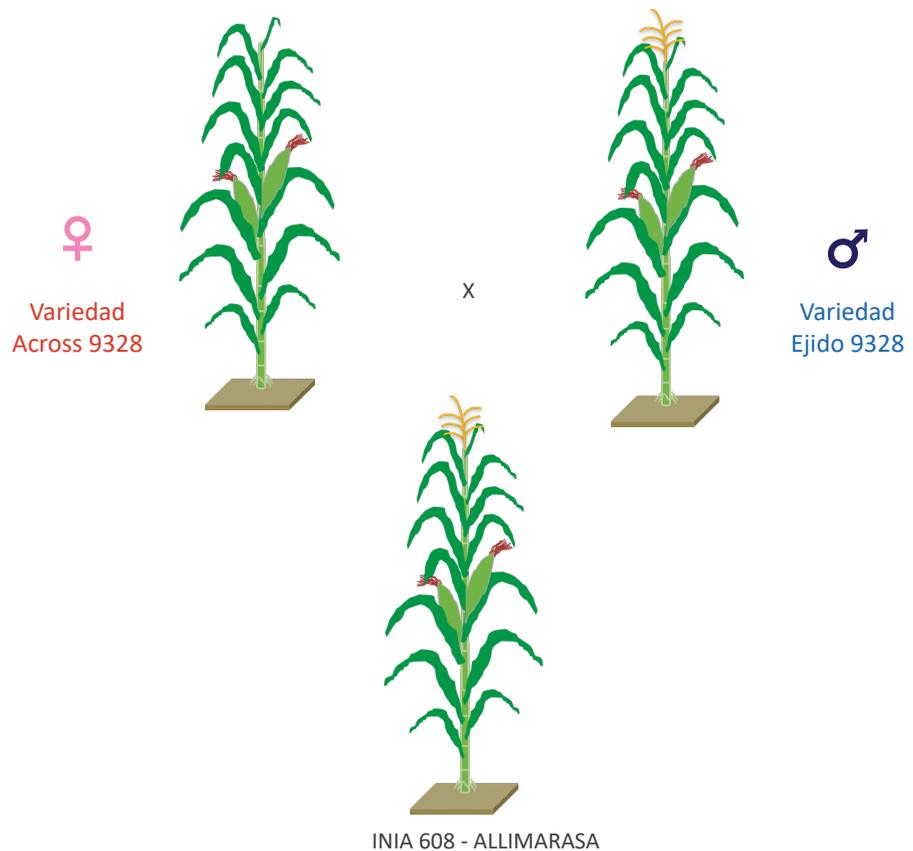


Figura 40. Proceso de obtención de híbrido intervarietal.

Tipo de híbrido	Progenitor hembra	Progenitor macho	Rendimiento de semilla	Precio de la semilla	Característica de los híbridos	Rendimiento de grano
Simple	Línea endogámica	Línea endogámica	Bajo	Alto	Uniforme	El más alto
Triple	Híbrido simple	Línea endogámica	Alto	Moderado	Apenas variable	Alto
Doble	Híbrido simple	Híbrido simple	Más alto	Bajo	Muy variable	De moderado a alto
Mestizo	VPL	Línea endogámica	Moderado	Bajo	Muy variable	Moderado
Intervarietal	VPL	VPL	De moderado a alto	Bajo	Muy variable	De moderado a bajo

Tabla 2. Tipos comunes de híbridos de maíz y sus características generales.

Fuente: MacRobert et. al (2014)



Figura 41. Comparación de calidad de mazorca entre híbrido simple (izquierda), variedad local (centro) y variedad de polinización abierta (derecha).

6.2 HÍBRIDOS DE MAÍZ

6.2.1 Ventajas

- Mayor producción de grano,
- Uniformidad en floración, altura de planta y maduración,
- Se pueden obtener plantas más bajas pero vigorosas que resisten el acame,
- Mayor sanidad de mazorca y grano,
- Mayor precocidad.

6.2.2 Desventajas

- Necesidad de comprar semilla para cada siembra,
- Alto costo,
- Reducida área de adaptación en selva (alta interacción genotipo - ambiente),
- Necesidad de tecnología avanzada y uso de insumos para aprovechar su potencial genético.

6.3 MANTENIMIENTO E INCREMENTO DE LAS LÍNEAS ENDOGÁMICAS DE LOS HÍBRIDOS

La semilla de los progenitores de un híbrido es valiosa, especialmente las que provienen de continuas autofecundaciones por varias generaciones que se denominan líneas endogámicas; por tanto, debe manipularse con cuidado y tener en cuenta lo siguiente:

- Aislar el campo de mantenimiento o incremento de semilla de progenitores de posibles fuentes de contaminación, ya sea mediante la distancia (aislamiento espacial) o el tiempo (aislamiento temporal).
- Eliminar las plantas atípicas antes de la floración.
- Realizar la polinización (autopolinización) manual controlada a fin de asegurar la pureza y la identidad genética.
- Las líneas endogámicas son más delicadas, por lo que necesitan mayor cuidado en nutrición y sanidad.
- Una vez cosechadas, mantenga separadas las bolsas de semilla del macho y de la hembra.

- Almacene la semilla en un lugar fresco y seco.
- Proteja la semilla de los roedores y las plagas de almacenamiento.
- Mantenga la semilla en un lugar seguro para evitar hurtos.
- Manipule la semilla con cuidado.

6.4 ALTA CALIDAD DE LA PROTEÍNA DE LOS MAÍCES (ACP)

6.4.1 Características deseables de los progenitores

Los progenitores deben tener buena habilidad combinatoria, ser tolerantes a plagas, resistentes a enfermedades, resistentes al acame, con un buen tallo, baja inserción de mazorca, buena estabilidad, buena sincronización y excelente competitividad.

6.4.1.1 Características deseables de los progenitores macho

- Alta producción de polen
- Largo periodo de antesis
- Buena altura de planta

6.4.1.2 Características deseables de los progenitores hembra

- Altamente rendidora
- Prolífica
- Semilla de buen tamaño
- Buena emergencia de estigmas
- Uniformidad en floración
- Buena inserción de espiga (jilote)
- Fácil de desespigar (despanojar)

6.4.2 Pérdida de la alta calidad de la proteína (ACP) de los maíces cuando ocurre la polinización cruzada con maíces convencionales

En la primera generación (F1) del cruzamiento entre un maíz ACP ($o2o2$) y un maíz convencional ($O2O2$) se pierde la calidad de la proteína. Por ser el gen $o2o2$ (opaco 2) recesivo homocigótico, la constitución genética del endospermo de las plantas F1 es 100% normal por ser heterocigóticos ($O2o2$); por tal razón se debe evitar el cruzamiento (polinización) de plantas convencionales ($O2O2$) con plantas ACP ($o2o2$), a fin de evitar el deterioro inmediato de la calidad de la proteína presente en el endospermo.

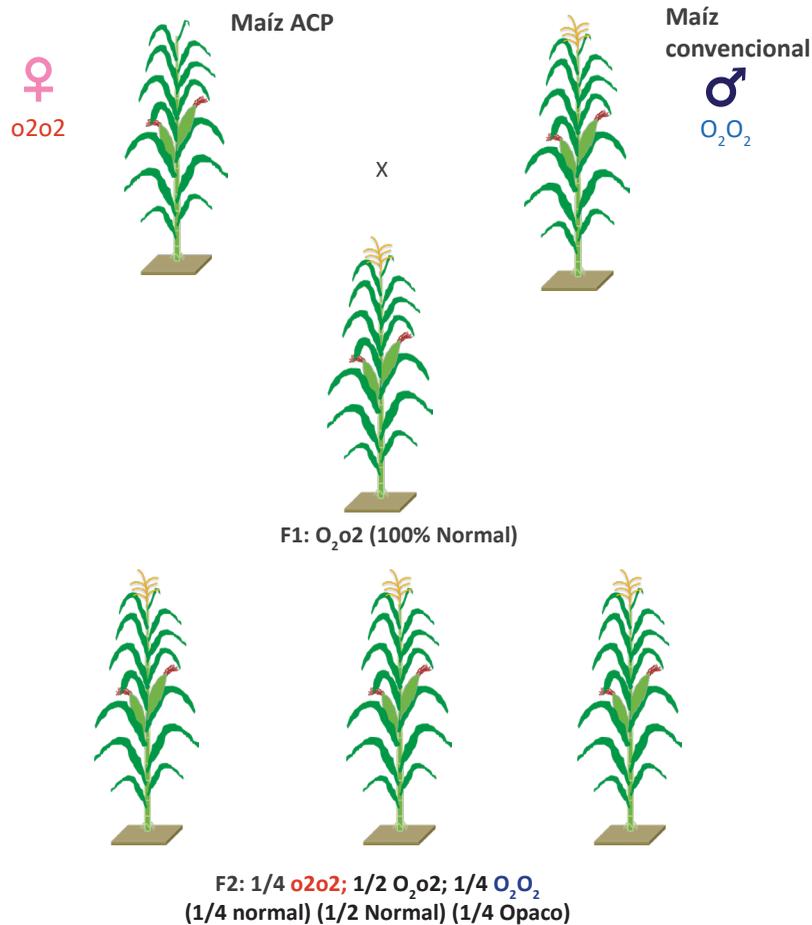


Figura 43. Pérdida de ACP en maíz.

- La mutación *o2* recesiva en estado homocigoto confiere una mayor calidad (lisina y triptófano) a la proteína de maíz, pero no cambia la cantidad de proteína presente en el grano (Vivek et. al, 2008).
- La presencia del *o2* en estado homocigoto recesivo (*o2o2*) es indispensable para poder obtener maíz con alto contenido de lisina y triptófano.
- El maíz con Alta Calidad de Proteína (ACP) presenta el gen *o2* en estado homocigoto recesivo (*o2o2*). Tiene altos niveles de lisina y triptófano y un endospermo lo suficientemente duro para asegurar que las mazorcas tendrán características aceptables (Vivek et. al, 2008).

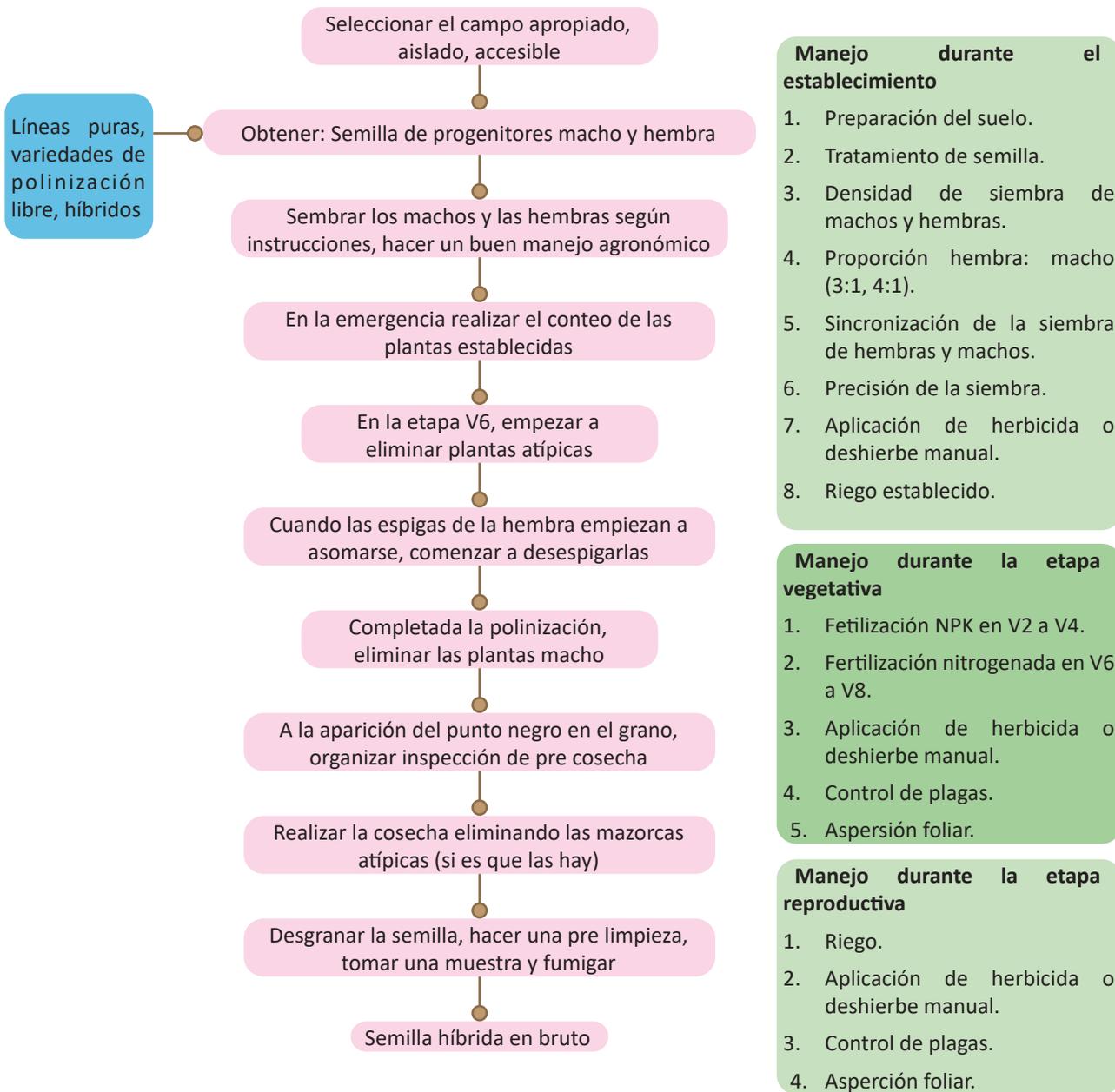


Figura 44: Diagrama de flujo de la producción de semilla de maíz híbrido.

Fuente: MacRobert et. al (2014)

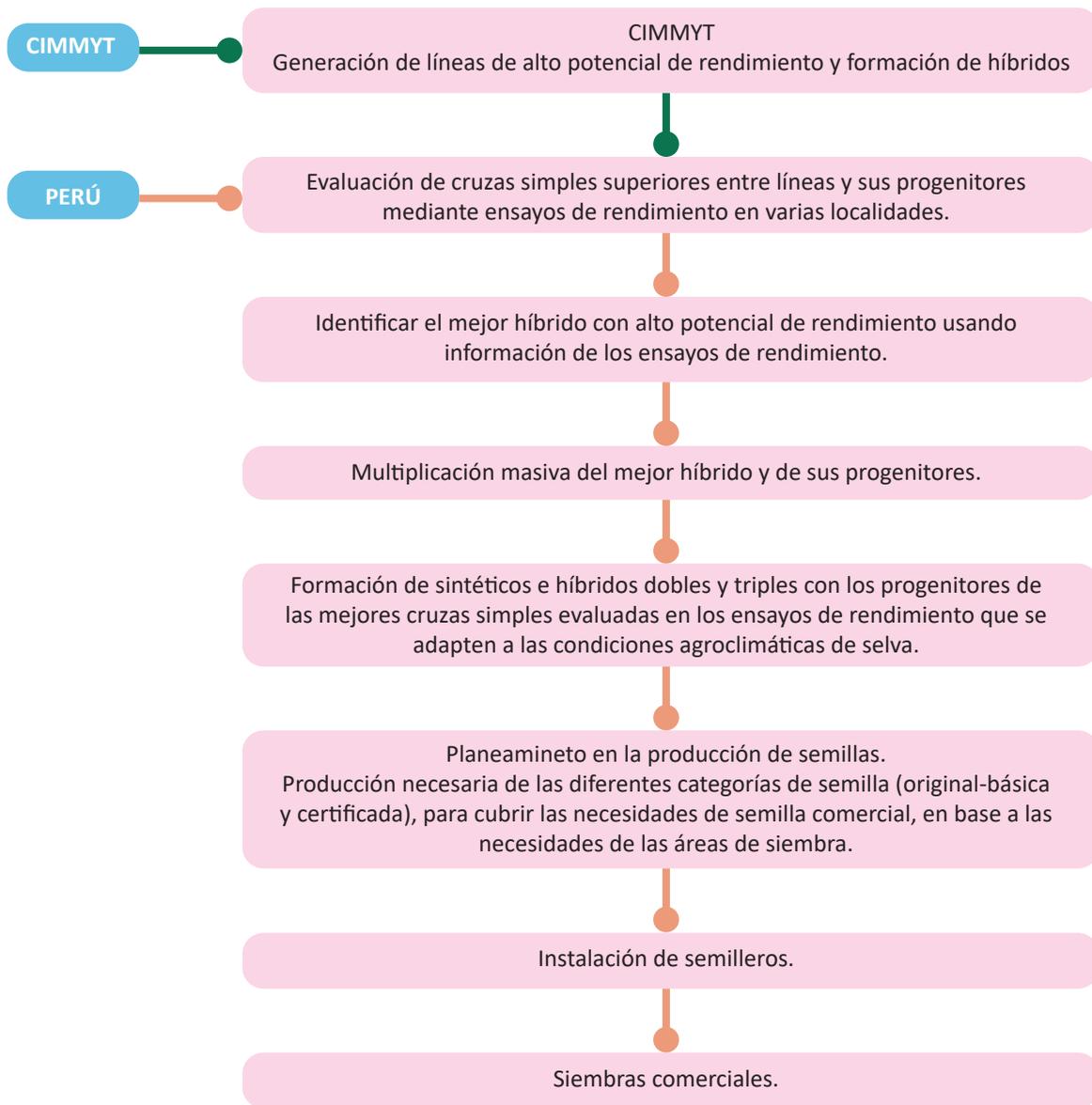
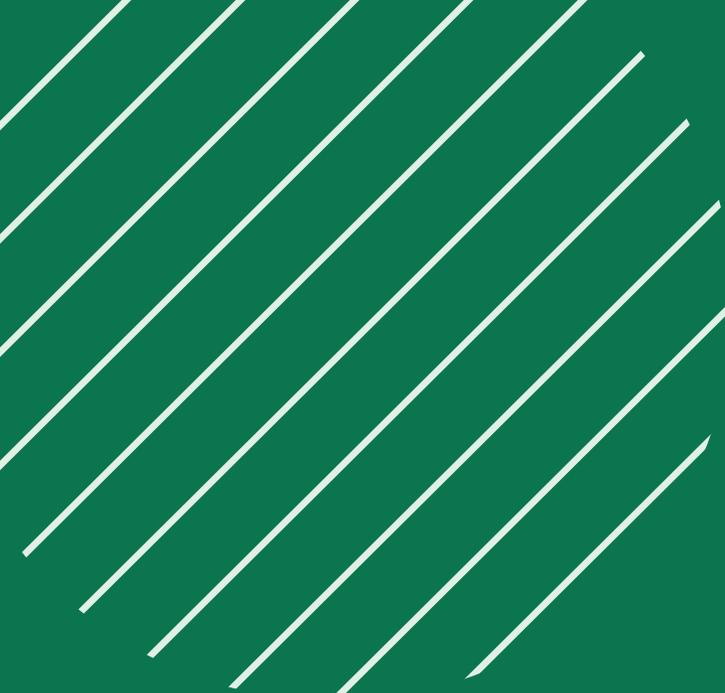


Figura 45. Introducción de híbridos siembra experimental - comercial.

Fuente: Programa Maíz - CIMMYT (1999).

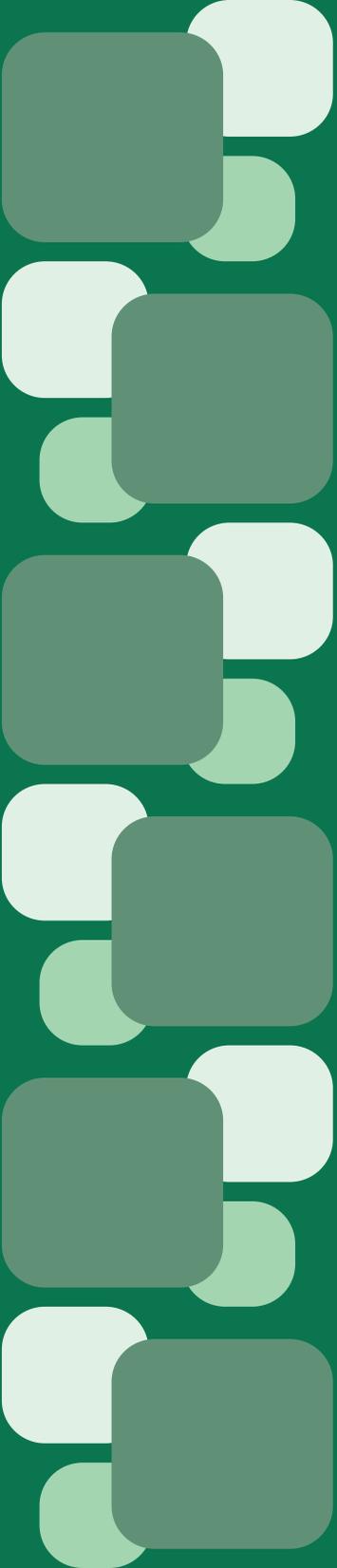
El uso de “semilla de segunda” de híbridos, es decir, utilizar como semilla el grano comercial F2 obtenido de la cosecha del híbrido, no es recomendable porque los rendimientos se reducen significativamente; la mayor reducción de rendimiento utilizando como semilla los granos F2, puede ser hasta el 50 % en los híbridos simples (DDTA, 2020).





7.

**CULTIVARES
GENERADOS EN LA
EEA EL PORVENIR**



7.1 VARIEDAD MARGINAL 28 TROPICAL



Figura 46. Mazorcas de Marginal 28T

Origen: la variedad Marginal 28 Tropical es un compuesto que resulta de cruzamientos inter e intra poblacional de los cultivares ACROSS 7728, FERKE 7928, LA MAQUINA 7928 provenientes del CIMMYT; mejorada y adaptada por el INIA a condiciones tropicales de selva y costa norte del Perú y liberada el año 1984.

Adaptación: el ámbito de desarrollo de la variedad Marginal 28 Tropical es la selva alta y costa norte del Perú, siendo su rango de adaptación hasta los 1,800 m.s.n.m.; además, de su buena producción de grano, tiene excelente aptitud para la producción de chala en la costa central.

Comportamiento frente a factores bióticos y abióticos: es una variedad resistente al acame y tolerante a sequía, así como a la roya (*Puccinia polysora*) y al carbón común (*Ustilago maydis*).

Características Agronómicas:

Vigor inicial	: Intermedio
Color de la plántula	: Verde amarillento
Hábito de crecimiento	: Erecto
Forma de la hoja	: Lanceolada
Color de hoja	: Lámina verde, nervadura central color verde claro
Color del tallo	: Nudos y entrenudos color verde claro
Días a 50 % de floración	: De 58 a 60 días después de la siembra
Ciclo vegetativo	: De 110 a 120 días
Coloración de los estigmas:	Púrpura
Coloración de la panoja	: Púrpura
Altura de planta	: 200 a 220 cm
Altura de la mazorca	: 100 a 110 cm
Forma	: Cilíndrica a cónica
Color de tusa	: Blanco
Color del grano	: Amarillo naranja, con ligera capa crema.
Tamaño de la semilla	: 11.8 mm (11.5 a 2.0 mm)
Forma	: Plana, mediana y alargada
Peso de 1,000 granos	: 300 a 380 g
Número de hileras	: 14 (12 a 16)

Rendimiento:

Potencial	: hasta 7,000 kg/ha
Comercial	: hasta 5,000 kg/ha

7.2 VARIEDAD INIA 602

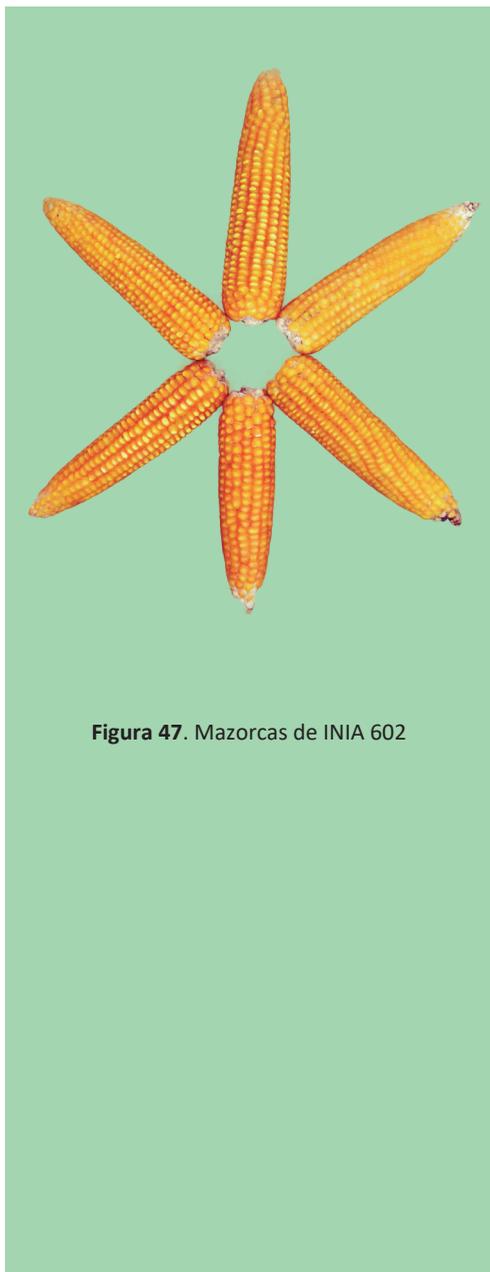


Figura 47. Mazorcas de INIA 602

Origen: la variedad INIA 602 es tolerante a suelos ácidos y se obtuvo después de tres años de continua investigación y selección. Procede de la variedad SIKUANI V – 110 introducida de Colombia mediante el CIMMYT. Sobresalió en diferentes pruebas de adaptación, rendimiento y parcelas de comprobación conducidas en campos de productores del Valle del Alto Mayo (Moyobamba - San Martín), donde se concentra la mayor área de suelos con problemas de acidez.

Adaptación: la variedad tiene buena adaptación en suelos ácidos de la Selva, con saturación de aluminio menor a 60 % y en suelos normales de la costa y la selva.

Comportamiento frente a factores bióticos y abióticos: es moderadamente resistente al ataque del gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) y a enfermedades tropicales; y tolerante a suelos con saturación de aluminio menor a 60 %.

Características de la variedad:

Hábito de crecimiento	: Erecto
Altura de planta	: 160 a 180 cm
Altura de mazorca	: 80 a 100 cm
Días a floración	: 52 a 58 días
Días a maduración	: 110 a 120 días
Color de grano	: Amarillo
Textura del grano	: Cristalino
Número de hileras/mazorca	: 12 a 14
Forma de la mazorca	: Cilíndrica
Longitud de mazorca	: 14 a 18 cm

Rendimiento:

Suelos normales	: Hasta 5.0 t/ha
Suelos ácidos	: Hasta 3.5 t/ha

7.3 VARIEDAD INIA 610 - NUTRIMAÍZ

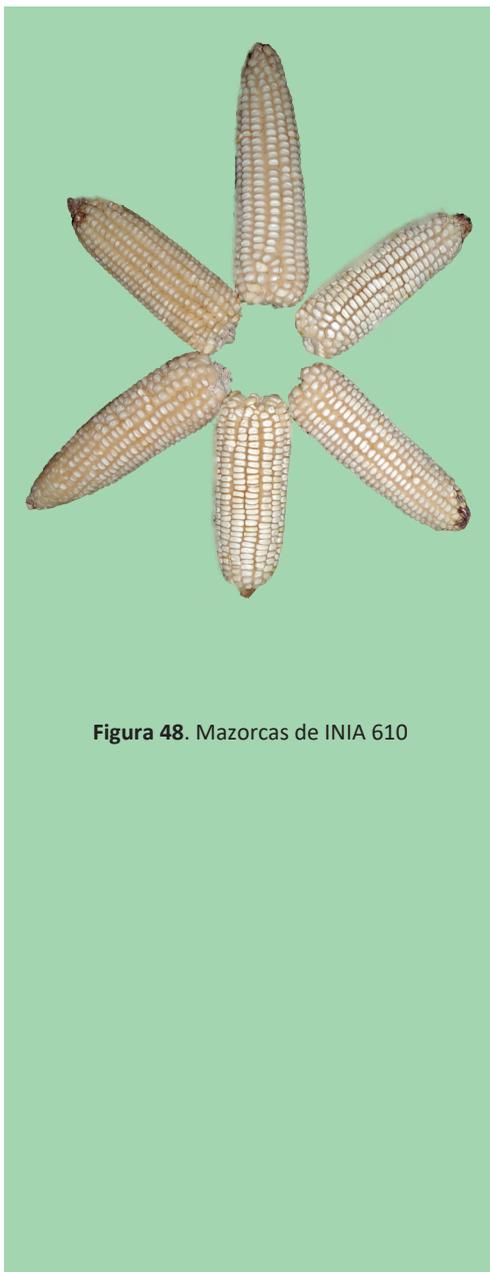


Figura 48. Mazorcas de INIA 610

Origen: variedad de polinización abierta. Proviene de la variedad Poza Ricca 8664, procedente del CIMMYT. Se hicieron dos ciclos de selección masal para uniformidad de mazorca y tipo de grano en las Estaciones Experimentales de El Porvenir y Vista Florida.

Es una variedad con alta calidad proteica que se caracteriza porque sus granos contienen el doble de cantidad de los aminoácidos esenciales (lisina y triptófano) comparado con los maíces normales. Tiene grano de color blanco y buena adaptación para condiciones de costa y selva.

Adaptación: tiene buena adaptación a las condiciones de selva, donde se siembra, principalmente, maíz amarillo duro.

Comportamiento frente a factores bióticos y abióticos: es una variedad resistente al acame y tolerante a la sequía; así como a la roya (*Puccinia polysora*) y al carbón común (*Ustilago maydis*).

Características:

Tallo	: Porte bajo y fuerte
Altura de planta	: 180 cm a 200 cm
Altura de mazorca	: 80 cm a 100 cm
Periodo vegetativo	: 110 a 120 días (selva)

Grano

Color de grano	: Blanco
Textura de grano	: Semicristalino
Tamaño de grano	: Mediano
Número de hileras/mazorca	: 14
Color de tusa	: Blanco
Forma de la mazorca	: Cilíndrica

Rendimiento

Potencial de rendimiento	: Bajo riego 6.0 t/ha Bajo temporal 4.5 t/ha
--------------------------	---

7.4 HÍBRIDO INTERVARIETAL INIA 608 – ALLIMARASA

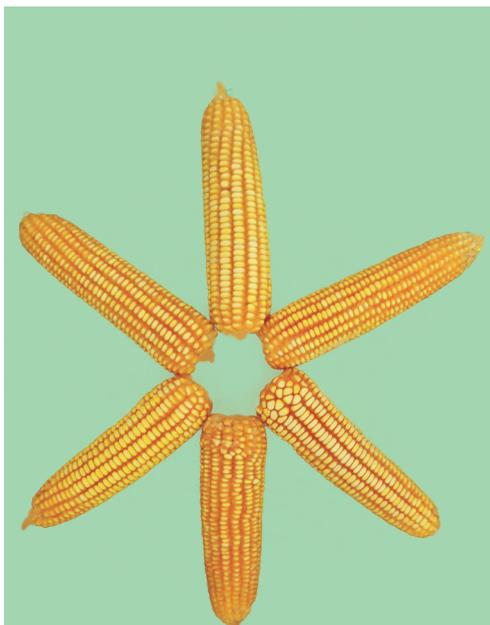


Figura 49. Mazorcas de INIA 608 - Allimarasa

Origen: el híbrido intervarietal INIA 608 - Allimarasa está formado por el cruzamiento de dos variedades experimentales de polinización libre seleccionadas del CIMMYT, adaptadas a las condiciones de selva por el Programa Nacional de Maíz del INIA, denominadas Across 9328 (progenitor femenino) X Ejido 9328 (progenitor masculino). Para dar origen al híbrido intervarietal se realizó el cruzamiento con patrón de siembra 4:1, cuatro hileras del progenitor hembra por uno del progenitor macho, mediante despanojado manual.

Adaptación: el híbrido intervarietal INIA 608 – Allimarasa, tiene buena adaptación a las condiciones de la selva y buena productividad bajo temporal y riego.

Comportamiento frente a factores bióticos y abióticos: moderadamente resistente al gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) y a la roya (*Puccinia polysora*).

Características de la variedad.

Hábito de crecimiento	: Erecto
Altura de planta	: 200 a 230 cm
Altura de mazorca	: 110 a 130 cm
Días a floración	: 52 a 55 días
Días a maduración	: 110 a 120 días

Grano

Color de grano	: Amarillo naranja
Textura de grano	: Semidentado
Número de hileras/mazorca	: 12
Forma de la mazorca	: Cilíndrica
Longitud de la mazorca	: 17.0 cm
Peso de 1,000 semillas	: 320 - 380 g

Rendimiento

Secano	: 4 a 6 t/ha
Bajo riego	: 6 a 8 t/ha

7.5 HÍBRIDO TRILINEAL INIA 624 - KILLU SUK

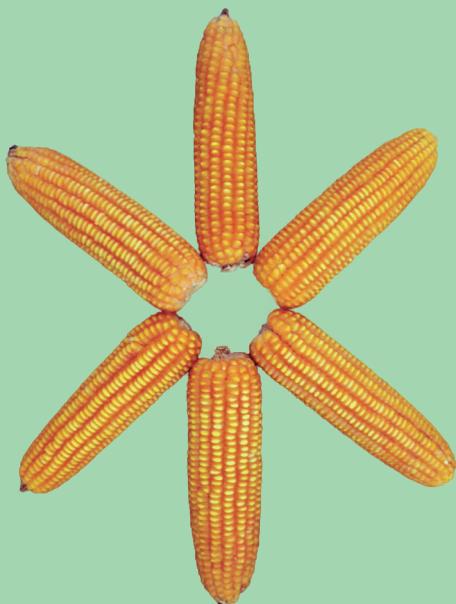


Figura 50: Mazorcas de INIA 624 – Killu Suk

Origen: el híbrido trilineal INIA 624 – KILLU SUK está formado por un híbrido simple como hembra que proviene de la cruce de las líneas progenitoras del Programa Nacional de Maíz del INIA, denominadas PIMLE 29 (Hembra) X PIMLE 26 (Macho). Para dar origen al híbrido trilineal se realizó el cruzamiento de la F1 del híbrido simple con la línea CLYN 240 procedente del CIMMYT, la formación de la F1 comercial del híbrido trilineal se hizo con patrón de siembra 4:1 (cuatro hileras de progenitor hembra por uno de macho) mediante despanojado manual.

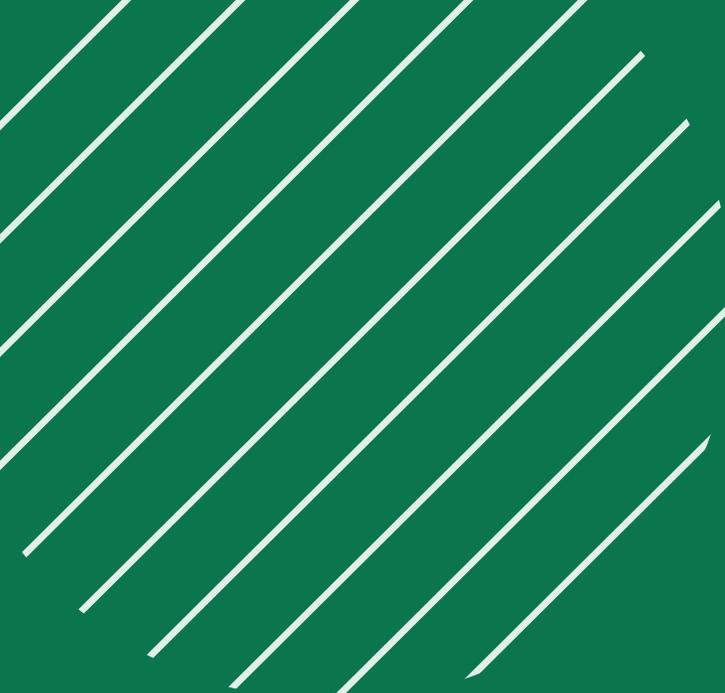
Adaptación: el híbrido trilineal INIA 624 – KILLU SUK tiene buena adaptación a las condiciones ambientales de las regiones San Martín, Loreto, Amazonas y Ucayali.

Comportamiento frente a factores bióticos y abióticos: tolerante a la roya común (*Puccinia sorghi*), carbón común (*Ustilago maydis*) y a la mancha foliar (*Helminthosporium maydis*); también destaca la resistencia al acame de tallo y raíz.

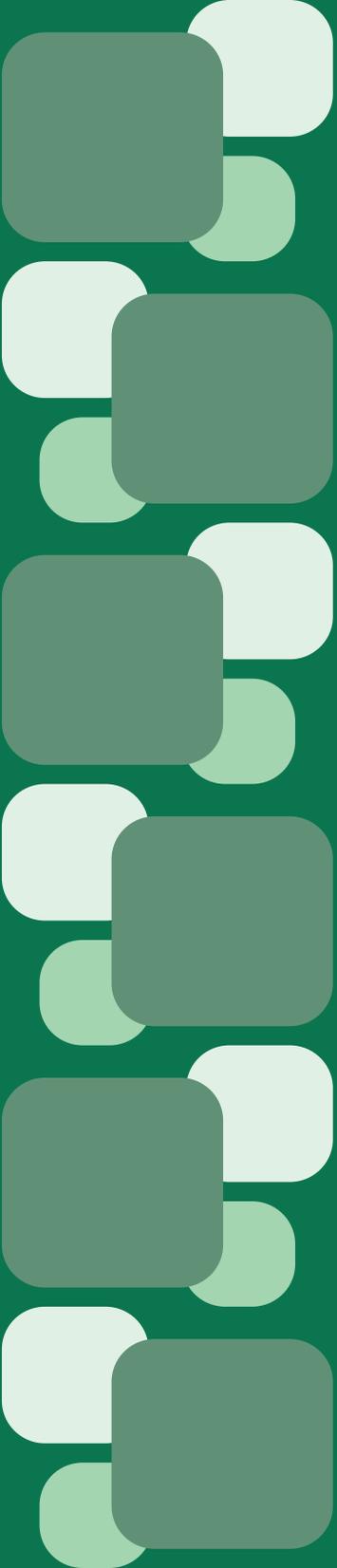
Características del híbrido

Floración femenina	: 51 ± 4 días
Color predominante de estigmas	: Crema
Altura de planta promedio	: 190 a 220 cm
Altura de mazorca promedio	: 96 a 116 cm
Color de grano	: Amarillo naranja
Textura del grano	: Semi cristalino
Peso de mil semillas	: 350 - 442 g
Número de mazorcas/planta	: 1.1
Forma de la mazorca	: Cilindro cónica
Longitud de mazorca	: 15 a 20 cm
Número de hileras/mazorca	: 12 a 16
Número de granos/hilera	: 31 a 42
Diámetro de mazorca	: 4.1 a 5.0 cm
Color de tusa	: Blanco
Rendimiento de grano	: Mayor a 7.5 t/ha.





**8. COSTOS
DE PRODUCCIÓN DE
SEMILLAS DE HÍBRIDOS
Y DE VARIEDADES DE
POLINIZACIÓN LIBRE**



El costo de producción de una hectárea de maíz amarillo duro varía acorde al tipo de tecnología que se aplique. El uso de híbridos implica un mayor costo de la semilla en comparación al uso de variedades de polinización libre; así mismo, los híbridos requieren de niveles más altos de fertilizantes para expresar su mayor potencial productivo.

Es importante tener en cuenta que la mayor productividad, es decir, la obtención de mayores rendimientos por hectárea no significa necesariamente una mejor rentabilidad.

8.1 SEMILLA CATEGORÍA BÁSICA

ESTRUCTURA DE COSTOS DE PRODUCCIÓN DE 1 ha DE SEMILLA DE MAÍZ CLASE CERTIFICADA - CATEGORÍA BÁSICA DE MARGINAL 28T (Referencial)

CULTIVO : Maíz Amarillo duro
 VARIEDAD : MARGINAL 28T
 AREA : 1 ha
 LOCALIDAD : Juan Guerra - Región San Martín

Nº	LABORES	U. MEDIDA	CANTIDAD	P.U	COST PAR	TOTAL
1	COSTOS DIRECTOS					S/ 15,050.00
1.1	Cultivo					S/ 10,690.00
1.1.1	Mano de obra					S/ 3,240.00
1.1.1.1	Preparación de terreno	Jornal	3	S/ 40.00		S/ 120.00
1.1.1.2	Siembra	Jornal	10	S/ 40.00		S/ 400.00
1.1.1.3	Labores culturales	Jornal	68	S/ 40.00		S/ 2,720.00
1.1.2	Maquinaria	Hora/maq	6	S/ 120.00		S/ 720.00
1.1.3	Insumos	Global	1	S/ 6,595.00		S/ 6,595.00
1.1.4	Recurso hídrico	Ha	1	S/ 30.00		S/ 30.00
1.1.5	Materiales	Unidad	70	S/ 1.50		S/ 105.00
1.2.	Servicios	Global	1	S/ 292.50		S/ 292.50
1.3.	Procesamiento	Global	1	S/ 4,067.50		S/ 4,067.50
2	COSTOS INDIRECTOS					S/ 3,602.50
2.1	Tributos de la tierra	Unidad	1	S/ 350.00	S/ 350.00	
2.2	Servicios profesionales	Unidad	1	S/ 2,500.00	S/ 2,500.00	
2.3	Gastos administrativos	5% cd	0.05	S/ 15,050.00	S/ 752.50	
Costo total de producción de semillero						S/ 18,602.50

8.2 SEMILLA CATEGORÍA REGISTRADA

ESTRUCTURA DE COSTOS DE PRODUCCIÓN DE 1 ha DE SEMILLA DE MAÍZ CLASE CERTIFICADA - CATEGORÍA REGISTRADA MARGINAL 28T (Referencial)

CULTIVO : Maíz amarillo duro
 VARIEDAD : MARGINAL 28T
 AREA : 1 ha
 LOCALIDAD : Juan Guerra - Región San Martín

Nº	LABORES	U. MEDIDA	CANTIDAD	P.U	COST PAR	TOTAL
1	COSTOS DIRECTOS					S/ 14,047.00
1.1	Cultivo					S/ 7,507.00
1.1.1	Mano de obra					
1.1.1.1	Preparación de terreno	Jornal	3	S/ 40.00		S/ 120.00
1.1.1.2	Siembra	Jornal	8	S/ 40.00		S/ 320.00
1.1.1.3	Labores culturales	Jornal	57	S/ 40.00		S/ 2,280.00
1.1.2	Maquinaria	Hora/maq	6	S/ 120.00		S/ 720.00
1.1.3	Insumos	Global	1	S/ 3,893.00		S/ 3,893.00
1.1.4	Recurso hídrico	Ha	1	S/ 30.00		S/ 30.00
1.1.5	Materiales	Unidad	96	S/ 1.50		S/ 144.00
1.2.	Servicios	Global	1	S/ 292.50		S/ 292.50
1.3.	Procesamiento	Global	1	S/ 6,247.50		S/ 6,247.50
2	COSTOS INDIRECTOS					S/ 3,552.35
2.1	Tributos de la tierra	Unidad	1	S/ 350.00	S/ 350.00	
2.3	Servicios profesionales	Unidad	1	S/ 2,500.00	S/ 2,500.00	
2.4	Gastos administrativos	5% cd	0.05	S/ 14,047.00	S/ 702.35	
Costo total de producción de semillero						S/ 17,599.35

8.3 SEMILLA CATEGORÍA CERTIFICADA

ESTRUCTURA DE COSTOS DE PRODUCCIÓN DE 1 ha DE SEMILLA DE MAÍZ CLASE CERTIFICADA - CATEGORÍA CERTIFICADA MARGINAL 28T (Referencial)

CULTIVO : Maíz amarillo duro
 VARIEDAD : MARGINAL 28T
 AREA : 1 ha
 LOCALIDAD : Juan Guerra - Región San Martín

Nº	LABORES	U. MEDIDA	CANTIDAD	P.U	COST PAR	TOTAL
1	COSTOS DIRECTOS					S/ 8,666.00
1.1	Cultivo					S/ 6,590.00
1.1.1	Mano de obra					
1.1.1.1	Preparación de terreno	Jornal	3	S/ 40.00		S/ 120.00
1.1.1.2	Siembra	Jornal	8	S/ 40.00		S/ 320.00
1.1.1.3	Labores culturales	Jornal	57	S/ 40.00		S/ 2,280.00
1.1.2	Maquinaria	Hora/maq	6	S/ 120.00		S/ 720.00
1.1.3	Insumos	Global	1	S/ 2,928.00		S/ 2,928.00
1.1.4	Recurso hídrico	Ha	1	S/ 30.00		S/ 30.00
1.1.5	Materiales	Unidad	128	S/ 1.50		S/ 192.00
1.2.	Servicios	Global	1	S/ 292.50		S/ 292.50
1.3.	Procesamiento	Global	1	S/ 1,783.50		S/ 1,783.50
2	COSTOS INDIRECTOS					S/ 2,784.90
2.1	Tributos de la tierra	Unidad	1	S/ 350.00	S/ 350.00	
2.3	Servicios profesionales	Unidad	1	S/ 2,000.00	S/ 2,000.00	
2.4	Gastos administrativos	5% cd	0.05	S/ 8,698.00	S/ 434.90	
Costo total de producción de semillero						S/ 11,449.30

8.4 PARENTALES

ESTRUCTURA DE COSTOS DE PRODUCCIÓN DE 1 ha DE SEMILLA DE MAÍZ CLASE GENÉTICA – PARENTALES (Referencial)

CULTIVO : Maíz amarillo duro
 VARIEDAD : INIA 608 – Porvenir/INIA 624 - Killu Suk
 AREA : 1 ha
 LOCALIDAD : Juan Guerra - Región San Martín

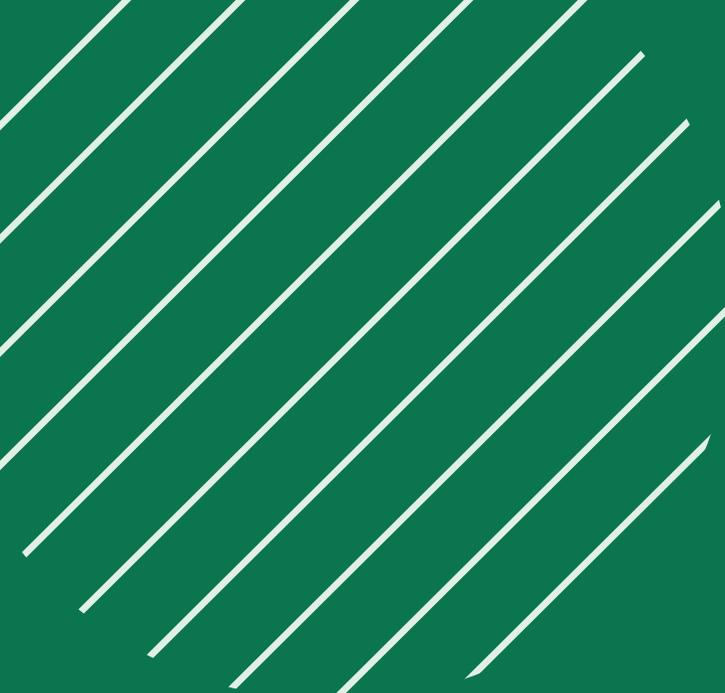
Nº	LABORES	U. MEDIDA	CANTIDAD	P.U	COST PAR	TOTAL
1	COSTOS DIRECTOS					S/ 48,153.20
1.1	Cultivo					S/ 45,626.00
1.1.1	Mano de obra					S/ 4,960.00
1.1.1.1	Preparación de terreno	Jornal	3.00	S/ 40.00		S/ 120.00
1.1.1.2	Siembra	Jornal	8.00	S/ 40.00		S/ 320.00
1.1.1.3	Labores culturales	Jornal	113	S/ 40.00		S/ 4,520.00
1.1.2	Maquinaria	Hora/maq	6	S/ 120.00		S/ 720.00
1.1.3	Insumos	Global	1.00	S/ 8,326.00		S/ 8,326.00
1.1.4	Recurso hídrico	Ha	1.00	S/ 30.00		S/ 30.00
1.1.5	Materiales	Global	1.00	S/ 31,590.00		S/ 31,590.00
1.2.	Servicios	Global	1.00	S/ 292.50		S/ 292.50
1.3.	Procesamiento	Global	1	S/ 2,234.70		S/ 2,234.70
2	COSTOS INDIRECTOS					S/ 5,757.66
2.1	Tributos de la tierra	Unidad	1	S/ 350.00	S/ 350.00	
2.3	Servicios profesionales	Unidad	1	S/ 3,000.00	S/ 3,000.00	
2.4	Gastos administrativos	5% cd	0.05	S/ 48,153.20	S/ 2,407.66	
Costo total de producción de semillero						S/ 53,910.86

8.5 HÍBRIDO

ESTRUCTURA DE COSTOS DE PRODUCCIÓN DE 1 ha DE SEMILLA DE MAÍZ CATEGORÍA CERTIFICADA HÍBRIDO (Referencial)

CULTIVO : Maíz amarillo duro
 VARIEDAD : INIA 608 – Porvenir / INIA 624 - Killu Suk
 AREA : 1 ha
 LOCALIDAD : Juan Guerra - Región San Martín

Nº	LABORES	U. MEDIDA	CANTIDAD	P.U	COST PAR	TOTAL
1	COSTOS DIRECTOS					S/ 16,116.00
1.1	Cultivo					S/ 10,200.00
1.1.1	Mano de obra					S/ 3,680.00
1.1.1.1	Preparación de terreno	Jornal	3	S/ 4.00		S/ 120.00
1.1.1.2	Siembra	Jornal	11	S/ 40.00		S/ 440.00
1.1.1.3	Labores culturales	Jornal	78	S/ 40.00		S/ 3,120.00
1.1.2	Maquinaria	Hora/maq	6	S/ 120.00		S/ 720.00
1.1.3	Insumos	Global	1	S/ 5,626.00		S/ 5,626.00
1.1.4	Recurso hídrico	Ha	1	S/ 30.00		S/ 30.00
1.1.5	Materiales	Unidad	96	S/ 1.50		S/ 144.00
1.2.	Servicios	Global	1	S/ 292.50		S/ 292.50
1.3.	Procesamiento	Global	1	S/ 5,623.50		S/ 5,623.50
2	COSTOS INDIRECTOS					S/ 4,155.80
2.1	Tributos de la tierra	Unidad	1	S/ 350.00	S/ 350.00	
2.3	Servicios profesionales	Unidad	1	S/ 3,000.00	S/ 3,000.00	
2.4	Gastos administrativos	5% cd	0.05	S/ 16,116.00	S/ 805.80	
Costo total de producción de semillero						S/ 20,271.80



9.

REFERENCIAS

Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT). (2005). *Manual de producción de semilla de maíz híbrido*. Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo.

Dirección de Desarrollo Tecnológico Agrario (DDTA). (2020). *Manual técnico del cultivo de maíz amarillo duro*. Instituto Nacional de Innovación Agraria.

Fonseca, A. E., & Westgate, M. E. (2005). Relationship between desiccation and viability of maize pollen. *Field crops research*, 94(2-3), 114-125.

Jara, C. W., Hidalgo, M. E., & Echeverría, T. R. (2003). *El Maíz Duro en la Región San Martín*. Instituto Nacional de Investigación Agraria.

MacRobert, J.F., Setimela, P.S., Gethi, J., & Worku, M. (2014). *Manual de producción de semilla de maíz híbrido*. Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo.

Poelhman, J.M. (1973). *Mejoramiento de las Cosechas*. Limusa.

Programa de Maíz. (1999). *Desarrollo, mantenimiento y multiplicación de semilla de variedades de polinización libre* (2ª ed.). Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo.

Urbina, A. R. (2015). *Control de Calidad en la Producción 'Tradicional' y 'No Convencional' de Semilla de Variedades de Maíz (Zea mays L.) de Polinización Libre*. Harvest Plus.

Vivek, B.S., Krivanek, A.F., Palacios-Rojas, N., Twumasi-Afriyie, S., & Diallo, A.O. (2008). *Mejoramiento de maíz con calidad de proteína (QPM): Protocolos para generar variedades QPM*. Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo.



Instituto Nacional de Innovación Agraria









Instituto Nacional de Innovación Agraria

Av. La Molina 1981, La Molina
(51 1) 240-2100 / 240-2350
www.gob.pe/inia



ISBN: 978-9972-44-099-1



9 789972 440991